This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

GEOLOGIE

Vol. I. GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE. Band. I.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

MITTEILUNGEN
DER
NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
IN
FREIBURG (SCHWEIZ)

Vol. I. — 4 Fascicules. — (111 pages, XV planches).

Fasc. 1. — **Jean Brunhes.** — Un nouveau procédé de reproduction appliqué à l'étude et à la représentation des faits géographiques: Phototypie stéréoscopique. (Avec 10 planches stéréoscopiques).

Fasc. 2. — **J.-J. Hess.** — Die geographische Lage Mekkas und die Strasse von Gidde nach Mekka. (Avec une carte hors texte).

Fasc. 3. — **S. Squinabol.** — Sur l'action de l'eau dans la Scaglia de Bastia (Monts Euganéens), et sur l'évaluation approximative de la corrosion. (Avec une carte dans le texte et 6 figures hors texte).

Fasc. 4. — **Jean Brunhes.** — Différences psychologiques et pédagogiques entre la conception statistique et la conception géographique de la géographie économique. Représentations statistiques et représentations géographiques.

FRIBOURG (Suisse)
IMPRIMERIE FRAGNIÈRE FRÈRES

1900

GENERAL BOOKBINDING CO.
QUALITY CONTROL MARK

AVIS IMPORTANT

Nous avions commencé la publication des **Etudes géographiques,** lorsque la Société fribourgeoise des Sciences naturelles a décidé de transformer le mode de publication de son **Bulletin** et de publier des séries indépendantes de **Mémoires :** une de ces nouvelles séries portera le titre : **Géologie et Géographie.**

Entre les **Etudes géographiques** publiées par l'Institut géographique de Fribourg, et cette série de **Mémoires** de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles, la parenté était trop grande pour qu'il ne fût pas meilleur de chercher à associer et à combiner les efforts tentés de part et d'autre.

Je suis heureux de donner une preuve de reconnaissante sympathie à la Société fribourgeoise des Sciences naturelles, en lui offrant cette I^re^ **Année** des **Etudes géographiques,** qui se trouvera constituer sous une couverture nouvelle le **Volume I** de la série : **Géologie et Géographie** des **Mémoires de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles.**

La Société, de son côté, acceptant cette solution, mais voulant nettement indiquer que les **Etudes géographiques,** tout en perdant leur nom indépendant, ne disparaissent pas en réalité, s'engage pour l'avenir à servir à titre gracieux la dite série de ses **Mémoires** à ceux qui s'étaient abonnés dès cette première année aux **Etudes géographiques.** Je remercie de cette aimable décision M. le professeur Musy, président, ainsi que tous mes confrères de la Société des Sciences naturelles.

Les **Etudes géographiques** étaient, avant tout, une publication d'Institut universitaire; et c'est à ce titre que ces 4 premiers fascicules témoignent d'une spéciale préoccupation des questions de méthode, tant au point de vue de la recherche qu'au point de vue de l'enseignement. Je tiens à adresser mes remerciements les meilleurs à mes collaborateurs de la première heure, qui ont mis tant de bonne volonté à comprendre cette préoccupation et à exposer ici leurs travaux personnels avec ce souci particulier.

Fribourg, le 15 octobre 1900.

JEAN BRUNHES.

Vice-président
de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles.

1re Année. 1900.

Etudes Géographiques

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION

DE

JEAN BRUNHES

PROFESSEUR DE GÉOGRAPHIE A L'UNIVERSITÉ DE FRIBOURG (SUISSE)

1re Année. 4 Fascicules. — (111 pages, XV Planches)

J. BRUNHES. — Un nouveau procédé de reproduction appliqué à l'étude et à la représentation des faits géographiques : Phototypie stéréoscopique. (Avec dix planches stéréoscopiques.)

J.-J. HESS. — Die geographische Lage Mekkas und die Strasse von Gidda nach Mekka. (Avec une carte.)

S. SQUINABOL. — Sur l'action de l'eau dans la *scaglia* de Bastia (Monts Euganéens), et sur l'évaluation approximative de la corrosion. (Avec un carton dans le texte et six phototypies.)

J. BRUNHES. — Différences psychologiques et pédagogiques entre la conception statistique et la conception géographique de la géographie économique : représentations statistiques et représentations géographiques.

FRIBOURG (SUISSE)

INSTITUT GÉOGRAPHIQUE DE L'UNIVERSITÉ

1900

I. — Fasc. 1. Janvier 1900.

Etudes Géographiques

Un nouveau procédé de reproduction appliqué à l'étude et à la représentation des faits géographiques : Phototypie stéréoscopique.

(Avec 10 planches stéréoscopiques)

La photographie stéréoscopique est de plus en plus pratiquée, de mieux en mieux connue et appréciée. Elle est devenue l'objet de travaux méthodiques et vraiment scientifiques : tel est, par exemple en France, l'excellent ouvrage publié par M. A.-L. Donnadieu [1].

Convaincu par des expériences répétées que les photographies stéréoscopiques fournissent, en particulier pour les études géographiques, des documents bien supérieurs aux documents photographiques ordinaires, j'ai cherché s'il serait pratiquement possible et facile d'appliquer à la stéréoscopie les procédés ordinaires de reproduction, et de « publier » les photographies stéréoscopiques sous forme d'impressions à double image en vue du stéréoscope. — Je n'ai pas

[1] A.-L. Donnadieu, *Traité de photographie stéréoscopique, Théorie et Pratique*, Paris, Gauthier-Villars, 1892. 1 vol. *Texte*, in-8°, viii-251 p., et 1 vol. *Atlas*, vii p. et XX planches. — Nous citerons pour mémoire des ouvrages anciens, mais classiques, comme celui De la Blanchère, *La Monographie du Stéréoscope*, cité dans l'ouvrage précédent, p. 1 ; ou d'intéressantes conférences de vulgarisation, comme R. Colson, *La Photographie stéréoscopique*, Paris, Gauthier-Villars, 1899. in-8°. 20 p.

l'intention d'insister à nouveau sur la valeur et l'intérêt de la *photographie stéréoscopique* [1], mais je veux tâcher de montrer le parti qu'on peut tirer, pour l'illustration des ouvrages scientifiques (et spécialement des ouvrages géographiques), de la *phototypie stéréoscopique*. S'il est vrai, comme le dit M. Donnadieu, que la stéréoscopie est « la véritable photographie » [2], pourquoi la reproduction stéréoscopique ne serait-elle pas la vraie reproduction photographique ?

Je me propose uniquement, d'ailleurs, d'accompagner les planches qui constituent le véritable travail et la véritable matière du présent fascicule d'un court résumé de mes essais successifs, et d'un simple « commentaire » géographique au sujet de chacune de ces planches même.

[1] Les avantages de la photographie stéréoscopique ont été fort bien compris par deux médecins et physiologistes, MM. Debierre et Doumer, et c'est en considération de ces avantages qu'ils ont, il y a quelques années, publié une curieuse collection de photographies stéréoscopiques (épreuves photographiques collées sur cartons et non pas reproductions imprimées) concernant les centres nerveux : Ch. Debierre et E. Doumer, *Vues stéréoscopiques des Centres nerveux accompagnées d'un Album contenant 48 figures schématiques avec légendes explicatives*, Paris, Alcan, 1892, sous couverture in-12, 20 francs ; les 48 photographies stéréoscopiques étaient ingénieusement rassemblées dans une boîte en carton qui avait l'apparence extérieure d'un livre, et à chaque collection était joint un petit stéréoscope. L'album des figures schématiques et explicatives portait le titre suivant : *Album des Centres nerveux. Quarante-huit figures schématiques avec légendes explicatives se rapportant aux « Vues stéréoscopiques des Centres nerveux »*, Paris, Alcan, 1892, in-18 oblong, 1 fr. 50. De la courte *Préface* qui accompagnait ce dernier *Album*, nous extrayons les lignes que voici : « Le procédé que nous avons adopté pour reproduire les centres nerveux diffère en effet de tous ceux qui ont été employés jusqu'ici. Les planches des Atlas, quelque bien faites qu'elles soient d'ailleurs, ne représentent que les rapports vus *en projection plane* des diverses formations anatomiques ; les reliefs, la perspective, on les y chercherait en vain. Or, dans la nature, les corps se présentent à nos yeux sous un tout autre aspect. C'est cet aspect vrai et réel, aspect qui permet à l'œil de si bien différencier les corps, que nous avons cherché à reproduire. Grâce à l'emploi du stéréoscope, nos planches donnent en effet les *rapports dans l'espace*, les seuls qui permettent d'apprécier exactement les relations de forme, de contact et de direction. Elles permettent d'étudier les centres nerveux avec leurs contours, leurs saillies et leurs creux, en un mot, avec leurs *formes réelles*. » — L'ouvrage est aujourd'hui épuisé ; il n'y en a même plus d'exemplaires à la Bibliothèque nationale à Paris ; si nous avons pu finir par en consulter un exemplaire, nous le devons à l'obligeance personnelle de M. Félix Alcan, qui nous a communiqué le seul qui lui restât. D'ailleurs, les photographies, au bout de quelques années, étaient toutes défraîchies. Mais il était important de rappeler ici cet essai. La citation que nous avons faite est directement applicable aux reproductions photographiques que nous avons obtenues, et garantissent l'intérêt et la nouveauté de ce que nous avons voulu faire.

[2] Donnadieu, *ouvr. cité, Préface*, p. vii.

I

Encouragé et aidé à poursuivre mon dessein par mon ami M. Maurice Lugeon, professeur de géographie physique à l'Université de Lausanne, j'ai commencé par essayer de réaliser la reproduction stéréoscopique par le procédé qui s'appelle en France *similigravure*, ou plus simplement *simili* (on dit en Suisse : *autotypie :* en Allemagne : *Autotyp-clisché :* en Angleterre : *halftone*). J'ai fait exécuter ainsi par M. Osw. Welti, de Lausanne, six planches qui ont servi à l'illustration d'un mémoire que j'ai publié dans le *Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles, Les Marmites du Barrage de la Maigrauge* [1]; deux de ces planches sont reproduites ici même (pl. IX et X); elles permettront de comparer les résultats de la similigravure avec les résultats du procédé que j'ai plus tard expérimenté; l'inconvénient de ce premier procédé est de déterminer sur l'image un réseau quadrillé; et, lorsque l'image est regardée au stéréoscope, ce réseau se détache au premier plan, et ne laisse voir les autres plans qu'à travers une sorte de tamis.

La seconde série d'essais tentés a fini par donner, après diverses expériences, les planches dont on trouvera ici huit spécimens (pl. I-VIII). Je tiens à remercier MM. Thévoz et Cie de la *Société anonyme des Arts graphiques* de Genève *(SADAG)* qui m'ont prêté le concours le plus obligeant, le plus complaisant, et qui ont fait profiter cette modeste tentative de leur grande expérience des arts graphiques [2]. Le procédé employé est ce que nous appellerons d'un terme, qui a l'avantage d'être courant et connu, mais qui est trop peu précis, la *phototypie ;* en allemand, on appelle une planche ainsi obtenue, *Lichtdruck ;* mais le terme propre, admis désormais en France et en Angleterre, est celui de *photocollographie* [3]. En deux mots, la

[1] *Bul. de la Soc. frib. des Sciences nat.*, VII, 1899, p. 169-185.

[2] C'étaient déjà MM. Thévoz et Cie qui avaient imprimé les planches de l'ouvrage de M. A.-L. Donnadieu, cité plus haut. — Dans *Les Procédés modernes d'Illustration et les Industries qui s'y rattachent,* que publie, à intervalles irréguliers, la *Société anonyme dss arts graphiques,* on trouvera des indications fort utiles pour l'élaboration des travaux de reproductions scientifiques.

[3] Ce mot est adopté en France depuis le Congrès international de photographie de 1889; voir dans la conférence très claire de G. Balagny, *La Photocollographie* (Paris, Gauthier-Villars, 1899, in-8°, 28 p.) p. 6.

surface imprimante est constituée par une couche de gélatine bichro matée étalée sur une glace de verre, sur une *dalle* [1].

Ce procédé me paraît bien convenir à la reproduction stéréoscopique; et il est relativement peu coûteux, surtout si l'on compare l'exiguïté relative du format nécessaire ($0^m,08 \times 0^m,15$ au maximum) à la valeur objective des représentations de la réalité qui sont ainsi obtenues [2].

[1] Voir, dans l'ouvrage cité de G. Balagny, p. 6 et p. 8.

[2] Comme c'est encore un moyen d'apporter à ces questions un esprit et une méthode vraiment scientifiques que de ne pas se contenter d'expressions vagues « procédé peu coûteux, bon marché, etc. » et d'indiquer à tous avec précision le prix de revient, il ne nous semble pas inutile de dire que chacune des épreuves *photocollographiques* jointes à ce travail, nous est revenue exactement, pour un tirage de 500, au prix de 5 centimes. Que l'on compare ce prix au prix ordinaire d'une épreuve *photographique* stéréoscopique ! — Il est peut-être bon d'insister ici sur un point particulier, pour que notre pensée ne soit pas inexactement comprise : il va sans dire que la *photographie* est et restera, sans doute longtemps encore, le procédé le plus parfait pour les épreuves stéréoscopiques ; la photographie rend la finesse des teintes et le modelé des moindres détails avec une précision, à la fois mathématique et artistique, incomparable ; et cette précision a une importance particulière lorsque les deux images doivent être superposées et confondues, comme elles doivent l'être par le moyen du stéréoscope. Mais les manipulations longues, délicates et coûteuses, les différences inévitables de nuance et de vigueur des diverses copies, la nécessité de coller les épreuves et de les coller sur des cartons assez forts et coûteux, feront toujours de la photographie un procédé très cher d'abord, et en second lieu très difficilement praticable pour un tirage tant soit peu considérable. — L'*héliogravure*, autre procédé d'une grande perfection, reviendrait à un prix encore plus élevé que la simple photographie. — C'est pourquoi l'on se trouve conduit à choisir entre la phototypie et la similigravure. Et, entre les deux, il nous semble maintenant qu'il n'y ait plus à hésiter. Aussi, n'avons-nous pas été étonnés de voir tout récemment employer la phototypie stéréoscopique même pour des reproductions à grand tirage, et de caractère purement commercial : nous signalerons en particulier les cartes postales stéréoscopiques qu'édite la maison Knachstedt et Näther, de Hamburg, et qui sont déjà répandues dans toute l'Allemagne ; quelques-unes de ces cartes sont en vérité bien réussies, et c'est encore une expérience, faite par d'autres, et qui est venue *à posteriori* nous convaincre qu'il y avait là un procédé à utiliser couramment pour les travaux scientifiques. Il convient de mentionner aussi qu'en France on a fait tout dernièrement quelques essais; la revue *La Photographie française* (Directeur : M. L. Gastine) a publié, depuis le 1er juillet 1898, quelques reproductions stéréoscopiques. — La *Stéréo-Revue* vient de se fonder à Paris, 36, rue de Provence ; c'est une revue d'un nouveau genre qui distribuera à ses abonnés des vues stéréoscopiques sur bandes pelliculaires, 360 par an ; à coup sûr, cela n'a qu'un rapport lointain avec ce que nous proposons en vue des travaux proprement scientifiques. Mais en notant combien de faits nouveaux se sont produits depuis que nous avons commencé nos expériences de reproduction stéréoscopique, nous nous réjouissons de toutes ces tentatives indépendantes, qui contribueront certainement à propager l'usage du stéréoscope.

Pour l'écartement des deux images juxtaposées sur les planches, j'ai adopté comme règle approximative l'écartement qui est celui des lentilles dans tous les stéréoscopes couramment employés, c'est-à-dire la distance d'environ $0^m,07$. M. Donnadieu préconise, et non sans de bonnes raisons, des appareils et, par conséquent, des épreuves présentant un écartement un peu plus considérable, environ $0^m,09$ [1]. Mais nous n'avons pas ici à compliquer la question, à la rendre plus difficile à résoudre, en commençant par demander, comme il le demande, une réforme radicale dans la fabrication coutumière des stéréoscopes ; j'estime que ce sera déjà un premier résultat assez heureux, si l'on veut bien utiliser, pour regarder les 10 planches ci-jointes, les appareils stéréoscopiques ordinairement construits et généralement répandus : pour l'instant, nous n'en demandons pas davantage. — Et je me suis donc soumis à l'usage courant, tant pour l'écartement des images que pour le choix du format.

La grande objection reste toujours celle-ci : le stéréoscope est un appareil encore trop peu répandu, et c'est plutôt un appareil de distraction et d'amusement qu'un appareil d'étude. On n'a pas de stéréoscope sous la main ; et, malgré l'instante recommandation, que je me permets d'adresser à ceux qui voudront bien lire ces pages et y trouver quelque intérêt, de ne pas se contenter de regarder les planches directement, mais d'éprouver l'effet qu'elles produisent vues au stéréoscope, je suis bien sûr que beaucoup ne feront pas cet effort, parce qu'ils n'auront pas de stéréoscope. Le stéréoscope est pourtant un instrument plus simple, plus facile à manier et moins coûteux que le microscope ! L'usage du microscope s'est bien imposé malgré tout dans les laboratoires. Pourquoi les stéréoscopes ne forceraient-ils pas l'entrée des *Instituts géographiques* ?

Pour ma part, je me suis très bien trouvé d'avoir éclairé et complété certaines de mes leçons, surtout des leçons de géographie physique, au moyen de vues stéréoscopiques : j'ai dû mettre tout simplement quelques stéréoscopes à la disposition de mes auditeurs. Le moyen est bien aisé ; et l'organisation en est moins compliquée que l'installation d'une lampe à projections.

Qu'on ne donne pas, d'ailleurs, à ma pensée une fausse interprétation ! Je n'entends pas médire de l'usage des projections, et j'ai de bonnes raisons pour n'en point médire. — Je tiens seulement à préconiser un procédé complémentaire qui contribue à faire de plus

[1] *Ouvr. cité*, p. 231. Voir aussi ce qu'il est dit sur les stéréoscopes ordinaires, p. 145-149 et p. 248.

en plus grande la part de la photographie dans l'enseignement de la géographie.

Car la photographie est devenue aujourd'hui une véritable méthode d'enseignement ; elle doit tenir dans les cours la place grandissante qu'elle occupe dans les livres [1]. Et si la projection augmente pour ainsi dire, au point de vue collectif, la puissance démonstrative de la photographie, en la rendant visible à des salles entières, — la vue stéréoscopique augmente la puissance démonstrative de la photographie au point de vue individuel. On nous permettra de défendre ce point de vue individuel, si, en tâchant de répandre un procédé facile de reproduction, nous cherchons ainsi à propager et à rendre plus communément sensibles les bénéfices de la stéréoscopie.

II

Dans ma collection de clichés stéréoscopiques j'ai choisi, pour les faire reproduire, un petit nombre de vues typiques se rapportant aux principaux chapitres de la géographie physique, depuis l'étude des phénomènes atmosphériques jusqu'à celle des plantes. — Je commenterai brièvement chacune de ces planches, en tâchant d'en souligner le caractère au point de vue stéréoscopique, et au point de vue géographique.

Planche I. — Petits cristaux de givre accumulés sur une haie.
(Route de Miséricorde, Fribourg, Suisse.)

Dimensions de l'espace photographié = $0^{m},80$ de droite à gauche, au premier plan.

Date : janvier 1898.

On sait comment se forme le givre. « Lorsque les gouttelettes extrêmement petites, qui constituent les nuages et les brouillards, sont en surfusion à une température inférieure à 0^{o} et qu'elles rencontrent

[1] Je suis heureux de me trouver sur ce point tout à fait d'accord avec des géographes et professeurs tels que A. Penck, qui vient de prendre une heureuse initiative pour faciliter les échanges de photographies entre géographes et entre Instituts de géographie. Voir *Verzeichnis von Photographien aus Oesterreich-Ungarn und Nachbarländern, aufgenommen grœsstentheils gelegentlich der Excursionen des Geographischen Institutes der Universität in Wien, I Lieferung,* zuzammengestellt von D' A. E. Forster, Assistent ; Wien, 1899, in-8°, 32 p.

un corps solide, elles se solidifient immédiatement, en recouvrant peu à peu le corps d'une couche de très petits cristaux de glace, blanche, et brillant au soleil d'un vif éclat : c'est ce qui constitue le *givre.* » (A. Angot, *Traité élémentaire de Météorologie,* Paris, Gauthier-Villars, 1899, p. 254, 255). — Nous avons eu, à Fribourg, en janvier 1898, une série de vingt jours, sans neige ni pluie (du 11 au 31), et durant lesquels des brouillards, peu épais, mais persistants, empêchaient les rayons solaires d'arriver jusqu'au sol : ainsi le givre produit restait-il intact, et de nouveaux cristaux s'ajoutaient toujours aux anciens. Il est rare de trouver des circonstances atmosphériques aussi continûment favorables à la formation répétée du givre : quelques heures de forte insolation, ou bien une précipitation quelque peu abondante suffisent à démolir l'échafaudage déjà établi des petits cristaux et à compromettre la superposition des nouveaux. — Si l'on regarde la planche **I** au stéréoscope, on est frappé de la disposition régulière des cristaux tout autour des petites branches : cela prouve dans quelles conditions de régularité et de calme atmosphérique le phénomène s'est produit.

Pl. II. — Arêtes et crevasses de glace dans la partie inférieure ou frontale du Glacier supérieur de Grindelwald.

Dimensions : longueur de l'arête centrale = 9 à 10 mètres ; hauteur moyenne de cette même arête = 3 mètres.
Date : octobre 1898.

On pourrait croire facilement sur une photographie ordinaire que les teintes les plus noires sont données par des ombres ; au stéréoscope, le doute n'est pas possible, et l'on reconnaît distinctement les petites traînées de terre et de boue. — Les moindres détails s'aperçoivent, alors qu'à première vue il est impossible de compter les arêtes et de noter les divers plans.

Pl. III. — Un talus dégradé et modelé par le ruissellement des eaux pluviales. Près du Barrage de la Maigrauge, Fribourg, Suisse.

Dimensions de la surface photographiée = environ $1^m \times 1^m$.
Date : décembre 1897.

Cette photographie indique en petit la formation de ce phénomène bien connu appelé *Demoiselles, Cheminées de fées, Erdpfeiler, Erdpyramiden,* etc., et en même temps la genèse de ce que G.-K. Gilbert

appelle justement la *Rain Sculpture,* la *Sculpture de pluie,* c'est-à-dire le modelé qui résulte de cette action de la pluie, après que les cailloux ou les blocs protecteurs ont été eux-mêmes emportés (voir la très belle phototypie *Rain Sculpture, Salt Creek Cañon, Utah,* Plate I, dans *Wheeler's Report,* vol. III, *Geology,* Washington, 1875, face à la p. 40.) — Pour ce qui regarde le mécanisme général et la théorie de la formation des *Demoiselles,* on peut également consulter G. DE LA NOÉ et EMM. DE MARGERIE, *Les formes du Terrain* (Paris, 1888), *Texte,* p. 10, et *Planches,* IV ; — ST. MEUNIER, *La géologie expérimentale* (Paris, Alcan, 1899), p. 40, 41 : — A. DE LAPPARENT, *Traité de Géologie,* 3e édit. (Paris, 1900), I, p. 161, 162 et fig. 26, 27, 28. — Enfin, on trouvera une figure caractéristique et formant bien la transition entre le phénomène élémentaire représenté sur la pl. **III,** et le phénomène sous sa forme plus achevée et plus saisissante (voir fig. citées de LAPPARENT), dans CLARENCE E. DUTTON, *Mount Taylor and the Zuñi Plateau* (*U. S. Geol. Surv., Sixth An. Rep.,* 1884-85), fig. 13 : *Eroded towers, capped with large blocks of sandstone, which had fallen from the Dakota sandstone, nearly a thousand feet above* (p. 154).

Pl. IV et V. — Deux marmites glaciaires (Gletschermühlen) du Col de Maloja (Haute-Engadine). On a donné à ces deux moulins de glaciers voisins un seul double nom : ce sont les marmites *Charles-Edouard.*

Dimensions : **IV,** grand diamètre = 1^m ; profondeur jusqu'au niveau de l'eau = $2^m,50$; — **V,** grand diamètre = $1^m,50$; constitue la partie la plus profonde d'une grande marmite qui a 4^m de profondeur.

Date : juillet 1898.

Voir une courte description de ces marmites (sans indication des dimensions) dans CH. TARNUZZER, *Die Gletschermühlen auf Maloja,* Chur, Casanova, 1896, in-8°, 29 p. (Extrait du XXXIX *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden's.*) — L'une et l'autre méritent l'attention. — **IV** porte sur les parois une saillie spiraliforme superbe, remarquablement vigoureuse et bien conservée : tout nous fait supposer que cette marmite a dû être formée assez rapidement, car lorsque les tourbillons ont une action de longue durée dans une même cavité, les formes qui en résultent sont plus indistinctes ; les tourbillons changent souvent d'intensité et par suite d'amplitude ; ces tourbillons successifs détruisent peu à peu les formes distinctives créées par leurs prédécesseurs, et les marmites qui ont été longtemps le théâtre de tourbillons ont de grandes chances d'aboutir à des formes

vagues, usées, oblitérées : c'est généralement le cas des marmites glaciaires. (Voir JEAN BRUNHES, *Les marmites du Barrage de la Maigrauge, Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles,* VII, 1899, p. 177, 178.) — **V** représente seulement la partie la plus profonde d'une marmite plus large ; les formes du fond et l'éperon qu'on voit à la partie supérieure gauche de la photographie sont les témoins indiscutables des actions successives et différentes de tourbillons divers. — **IV** et **V** sont, nous semble-t-il, des types photographiques qui montrent bien l'utilité des vues stéréoscopiques. Les très belles épreuves, tirées sur des clichés 24 × 30, qui représentent soit les *Gletschermühlen* du *Gletschergarten* de Lucerne, soit ceux de Maloja, sont impuissantes à donner une idée du phénomène à ceux qui ne l'ont jamais vu en réalité ; j'espère que ces deux vues stéréoscopiques seront, même pour ceux-là, plus suggestives et plus révélatrices. Les effets de lumière, produits par les reflets des petites nappes d'eau qui remplissent le fond de ces marmites, donnent sur les photographies ordinaires des taches blanches inexplicables et sont des causes de confusion ; ces effets, sur les phototypies stéréoscopiques, rendent, au contraire, plus saillante et plus aisée la sensation du relief.

Pl. VI. — Chaos de débris de marmites sur un des îlots granitiques de la cataracte d'Assouan (Haute-Egypte).

Dimensions : l'enfant et l'homme qui sont photographiés indiquent suffisamment les dimensions générales.

Date : février 1899.

Cette vue est destinée à mettre en lumière le rôle qui revient aux tourbillons dans l'usure progressive des seuils ; la masse rocheuse percée de part en part, criblée de trous, finit par s'effondrer ; et ces effondrements chaotiques, semblables à celui qui est ici représenté, offrent des lambeaux et des blocs qui tous portent sur une ou plusieurs de leurs faces les vestiges incontestables de marmites anciennes : nulle part, le témoignage ne peut être plus saisissant qu'à Assouan. (Voir JEAN BRUNHES, *Sur les marmites des îlots granitiques de la cataracte d'Assouan (Haute-Egypte),* dans *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,* séance du 7 août 1899).

Pl. VII. — Extrémité de la falaise calcaire du Mokattam qui domine Le Caire (Eocène moyen). Structure caractéristique d'un calcaire très fossilifère qui se trouve percé de trous par suite de la décomposition et de la disparition des fossiles inclus.

Dimensions : hauteur totale de la partie photographiée = environ 7 mètres.

Date : janvier 1899.

Cette photographie représente, semble-t-il, un seul plan ; au stéréoscope, on voit très nettement les plans divers et tous les accidents irréguliers de cette corniche qui est loin de se terminer par une surface plane ; on distingue en particulier sur quels plans différents se trouvent situées la petite pointe aiguë qui termine la falaise en haut vers la droite, et la grande saillie qui est au-dessous et qui se profile avec un dessin approximativement rectangulaire.

Pl. VIII. — Petite touffe de Zygophyllum coccineum, appelée en arabe balbâl. (Dans le désert à l'est du Caire, Egypte).

Dimensions de la touffe = environ $0^m,15$ de hauteur, et $0^m,20$ de diamètre.

Date : mars 1899.

Type de structure xérophile, sous un climat sec et chaud (voir la définition des plantes xérophiles dans Dr Oscar Drude, *Manuel de Géographie botanique,* traduit par Georges Poirault, Paris, Klincksieck, 1893, p. 96 : voir aussi A.-F.-W. Schimper, *Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage,* Iena, Gustav Fischer, 1898, p. 10 et 11, fig. 9 et 10). — Cette petite plante, que j'ai photographiée dans le désert, sur la route qui conduit du Caire à la petite forêt pétrifiée, est très répandue du Sahara jusqu'à l'Arabie. Elle donne souvent une teinte verte à des fonds d'oueds, et ce vert est une sorte de duperie, car le *Zygophyllum coccineum* est une plante que les chameaux même ne peuvent manger. M. Schirmer donne dans son livre *Le Sahara* (p. 198), un croquis d'une petite tige de *Belbel.* Nous avons adopté l'orthographe *Balbâl,* d'après Dozy, *Supplément aux dictionnaires arabes,* qui renvoie lui-même pour ce mot à *Mission de Ghadamès, Rapports officiels,* Alger, 1863, p. 330. — La touffe reproduite sur la Planche **VIII** est une touffe de taille moyenne.

Pl. IX et X. — Deux marmites du Canal de décharge de la Maigrauge, près de Fribourg (Suisse).

Date : novembre 1897.

Ces deux planches sont empruntées au travail dont j'ai déjà parlé, *Les marmites du Barrage de la Maigrauge ;* elles ont été obtenues à

l'aide du procédé appelé *similigravure,* et sont destinées à montrer la différence entre ce procédé et la *photocollographie.*

IX. — Marmite double ; grand diamètre = $0^m,55$. Une langue de $0^m,15$ subsiste comme témoin de l'ancienne cloison. — « L'eau corrode à l'aide de la mitraille de galets qu'elle a transportée elle-même dans ces marmites, et son action, qui est si forte sur toutes les parties avec lesquelles les matériaux sont en contact, est très lente et insignifiante sur les bords supérieurs, témoin cette langue si curieuse, qui est restée intacte sous l'action de l'eau tout le temps qu'a duré l'approfondissement des deux marmites, et qui était pourtant si fragile qu'au moment où je l'ai touchée avec précaution pour l'examiner, elle s'est brisée dans ma main ; pour la photographier, j'ai dû en faire maintenir l'extrémité par un ouvrier. » (*Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles,* VII, 1899, p. 172.)

X. — Marmite à fond concave à deux étages, vue de haut en bas. Diamètre du 1er étage (de droite à gauche) = $0^m,18$; diamètre du 2e étage = $0^m,078$; profondeur totale, du point le plus bas du fond au point le plus haut du bord supérieur = $0^m,225$. — « Le premier moment de l'approfondissement avait donné une marmite qui s'était arrêtée au point où le mouvement giratoire était contrarié par la présence d'un galet mollassique (dont on voit l'empreinte sur la planche), et le 2e étage a été créé par un second tourbillon, nettement distinct du premier, de rayon beaucoup plus court, et qui ne s'est pas donné la peine d'établir une transition entre l'œuvre de son prédécesseur et la sienne propre. » (*Bulletin,* etc., p. 176.)

ZUSAMMENFASSUNG

Ein neues auf geographische Darstellungen angewandtes Reproduktions-Verfahren, : stereoskopische Phototypie. (Mit 10 stereoskopischen Tafeln.)

Ausgehend von den Erwägungen : 1. dass die stereoskopische Photographie es ermöglicht, Gegenstände und Erscheinungen wiederzugeben, auf die gewöhnlichen Photographien nur verwirrt und undeutlich hervortreten; 2. dass die stereoskopische Photographie mir besonders gute Dienste bei meinen geographischen Vorlesungen geleistet hat, — habe ich ein Reproduktions-Verfahren gesucht, welches der stereoskopischen Photographie angepasst wäre und es möglich machte, stereoskopische Proben zu veröffentlichen, die genügend billig und zugleich wissenschaftlich zufriedenstellend sind.

Hier lege ich die Ergebnisse dar, zu denen ich nach und nach durch 2 Verfahren gelangt bin : 1. durch die *Similigravure,* oder *Autotypie;* 2. durch die *Photocollographie,* das ist *Lichtdruck.* Die Tafeln I-VIII sind durch das 2. Verfahren gewonnen worden, und man sieht, dass sie weitaus besser sind als die vermittelst des 1. Verfahrens hergestellten Tafeln IX-X.

JEAN BRUNHES,

Professeur de Géographie
à l'Université de Fribourg (Suisse).

Fribourg (Suisse). — Imprimerie de l'Œuvre de Saint-Paul.

I. — Fasc. 2. Avril 1900.

Etudes Géographiques

Die geographische Lage Mekkas und die Strasse von Gidde nach Mekka.

I. Die geographische Lage Mekkas.

Mekka [1] ist nicht nur die religiöse und commercielle Hauptstadt der arabischen Halbinsel, sondern auch deren geographischer Mittelpunkt, insofern fast alle Itinerarien alter und neuer Zeit sich auf diesen Ort als ihren Anfangs – oder Endpunkt beziehen. Die geographischen Coordinaten der heiligen Stadt sind daher für die Landeskunde von Arabien von besonderer Wichtigkeit und sollen im Folgenden discutiert und so genau wie möglich festgestellt werden.

In den besten der neuern Karten werden folgende Werte dafür gegeben :

	Kiepert, *Die Nilländer und Westarabien* [2].	Doughty's Karte [3].
Längenunterschied gegen *Gidde*	— 54′ = 93 km.	— 1° 2′ = 108 km.
Breitenunterschied gegen *Gidde*	— 8′ = 14 km.	— 3′ = 6 km.
Direkter Abstand der beiden Orte.	94 km.	108 km.

Fügen wir zu den Distancen der letzten Zeile noch 8 % für die

[1] Ich bemerke ein für allemal, dass ich die arabischen Konsonanten nach dem in Deutschland üblichen Systeme transkribiere.

[2] Berlin 1893. Revision der arabischen Orthographie von Dr. B. Moritz.

[3] Doughty, *Travels in Arabia Deserta*. Cambridge, 1888.

Wegkrümmungen zu, so erhalten wir bei KIEPERT 101 km. bei DOUGHTY 117 km., Zahlen, die sich durch die Angaben der Länge des Weges von *Gidde* nach *Mekka* einigermassen controllieren und als entschieden zu hoch erweisen lassen. BURKHARD nämlich legte den Weg in 17 Stunden zu Fuss und in 13 Stunden zu Esel zurück. SCHIMPER (nach RITTER, *Erdkunde von Arabien*, II, 29) rechnet von *Mekka* nach *Gidde* 13 ¾ Stunden Entfernung und nach MOḤAMMED PASCHA ṢÂDIḲ brauchte der langsam marschierende *Ḥagg* (wir werden später sehen, dass dessen Geschwindigkeit blos 3,9 km. per Stunde beträgt), 20 St., 30 Minuten, um von *Gidde* aus *Mekka* [1] zu erreichen. Wären z. B. DOUGHTY's Zahlen richtig, so hätte BURKHARD zu Fuss in einer Stunde im Mittel 7,5 km. zurücklegen müssen, was natürlich unmöglich ist.

Fragen wir uns zunächst, woher die Daten der oben erwähnten Karten stammen, so ist RITTER, *Erdkunde von Arabien*, II, 29 sicher die Quelle für die DOUGHTY'sche und sehr wahrscheinlich auch für die KIEPERT'sche Construction, soweit es die Länge betrifft. RITTER sagt a. a. O., BERGHAUS hätte nach dem Routier BURKHARDS die Lage von *Mekka* zu 21° 28′9″ N. Br. und 37° 54′45″ Ö. L. von Paris bestimmt. BERGHAUS jedoch hat diese Coordinaten einfach dem Werke ALI BEYS [2] entnommen, welcher Vol. II, p. 94 bemerkt, dass sie sich auf einen Punkt 53o′ N. von der *Ká'ba* beziehen und dass er die Länge durch Beobachtung von Verfinsterungen der Juppiterstrabanten gewonnen habe. Damit ist nun aber nicht nur die primäre Quelle der Längenansetzung von *Mekka* nachgewiesen, sondern auch deren grosse Unsicherheit, da nicht nur die angewandte Methode sehr mangelhafte Resultate ergiebt [3], sondern auch im allgemeinen die astronomischen Ortsbestimmungen ALI BEY's sich nicht durch besondere Genauigkeit auszeichnen.

Wir müssen uns daher nach einem andern Mittel zur Lagebestimmung *Mekkas* umsehen und finden ein solches in dem Itinerare HUBERS [4] von *Mekka* nach *Gidde*, das bis jetzt zu diesem Zwecke noch nicht verwertet wurde, trotzdem es das einzige ist, aus dem sich einigermassen zuverlässige Daten für die Position von *Mekka* gewinnen lassen.

[1] Resp. *e-Šêḫ Maḥmûd.*

[2] *Travels of* ALI BEY EL ABASSI, London 1816, Vol. II, S. 94.

[3] Vergl. WISLICENUS, *Handbuch der geographischen Ortsbestimmungen auf Reisen*, Leipzig 1891, S. 249.

[4] CHARLES HUBER, *Journal d'un voyage en Arabie*, Paris, 1891.

Der Text desselben mit Auslassung von allem für uns Unwesentlichem lautet (S. 747-750) :

« Arrivé à la porte *Ri'a El-Sâmy* [*Rîʿ e-Sâmī*] de la Mecque et campé.

A 7 h 16, en route à S. O.

A 7 h 28, à N. O. O.

A 7 h 36, à Ouest et atteint les premières maisons de la Mecque qui restent à ma gauche.

A 7 h 40, à S. O.

A 8 h plus en avant en ville...

A partir de ce moment, la nuit est noire et je ne puis plus lire ni ma boussole ni ma montre. Sur les étoiles je vois que ma direction est S. O. O.

A 8 h 15, passé devant le premier café sur la route de *Djeddah*.

A 11 h à N. N. O.

A 11 h 50, passé devant le cinquième café.

Jeudi, 19 juin.

A 1 h 15 du matin, arrivé à la station de *Heddeh*...

A 2 h 55, reparti.

A 4 h 40, au septième café et toujours à N. 80° O.

A 6 h, huitième café.

A 6 h 10, abordé G. et à N. O. O.

A 6 h 40, à N. N. O.; — à 7 h, à Ouest; — à 7 h 25, à N. O. O.; — à 7 h 45, à N. O; — à 7 h 47, à N. 80° O.

A 8 h 2, arrivé au café de *Gerâdeh*...

A 8 h 7, reparti à N. 50° O.

A 8 h 24, à N. O.

A 8 h 37, dixième café.

A 8 h 41, à Ouest; — à 9 h 13, à N. 75° O...

A 9 h 34, à N. 70° O.

A 9 h 47, arrivé au café *Rarâmeh* et campé...

Le *gebel* atteint à 6 h 10, dure jusqu'à 9 h 40...

A 3 h 35, reparti à N. O. O.

A 4 h 25, arrivé au dernier café...

A 5 h 17, arrivé à *Djedda* et arrêté au premier café à droite, en dehors de la porte de la Mecque...

Jusqu'à 1 h 15 ce matin, marché à 7,200 ou 7,400 pas.

Jusqu'à 6 h 10 a 6,400 pas.

A partir de 6 h 10, à 4,500 ou 5,000 pas. »

Der Endpunkt unseres Itinerares ‚la porte de la Mecque' ist

durch den Plan der Stadt *Gidde* [1], der von der englischen Admiralität aufgenommen wurde, in seiner Lage bekannt, während der Ausgangspunkt, das Thor *Rîʿ e-Sâmī* sich auf den Plänen *Mekkas* (von Ali Bey, Burkhard [2], Snouck Hurgronje) nicht vorfindet, sich aber doch feststellen lässt. Da Huber vom *Negd* kam, kann nämlich das Thor *Rîʿ e-Sâmī* nicht weit von der Stelle sein, die auf Burkhards Plane mit 57 bezeichnet ist, und die ersten Strecken des Itinerares müssen sich den auf dem Plane gegebenen Strassen mehr oder weniger anschmiegen. Construieren wir nun die ersten Teile des Itinerares in dem Massstabe des Burkhard'schen Planes, so sehen wir in der That, dass, wenn wir den Ausgangspunkt des Itinerares etwa 600 Schritte NNO vom Gebäude 57 legen, die beiden ersten Itinerarstrecken ziemlich genau der Strasse von 57 nach 51 und von da nach 54 entsprechen, das heisst dem Wege, den ein Wanderer vom *Negd* zu nehmen hätte, wenn er ohne durch die Stadt *Mekka* zu gehen an ihr vorbei nach *Gidde* gelangen wollte. Der Ausgangspunkt des Itinerars ist so bestimmt und kann mit Hülfe des Burkhard'schen Planes gerade so gut mit der *Kaʿba* verknüpft werden, wie sich der Endpunkt vermittelst des Planes von *Gidde* an den in Länge und Breite genau bekannten ‚Observationspot' der Insel *Mifsaka* [3] anbinden lässt.

Es fehlt jetzt nur noch die magnetische Declination, um das Itinerar nach Coordinaten zu berechnen und zu construieren und mit seiner Hilfe den Längen- und Breitenunterschied zwischen *Gidde* und *Mekka* und damit die absolute Lage des letztern festzustellen. Dieselbe beträgt :

	Epoche	Declination von *Gidde*	Declination von *Mekka*:
Nach Niebuhr [4]	1762,2	12°38′W	
» Ali Bey [5]	1807	10° 8′18″W	9°43′52″W
» Wharton	1887	3°50′W	

Letztere Angabe auf dem Plane von *Gidde* ist von der Bemer-

[1] Von Commander W. J. L. Wharton R. N. Da die Karte im Momente mir nicht zugänglich ist, so kann ich deren Nummer nicht angeben.

[2] John Lewis Burkhard, *Travels in Arabia*, London 1829, Vol. I.

[3] So schreibt der Plan von *Gidde*; es ist wohl *Geẓîret el-Mefsâḳe*, zu lesen. Für die Bedeutung von *mefsaḳe* vgl. Dozy, *Supplément aux Dictionnaires arabes*, II, 267.

[4] *Reisebeschreibung nach Arabien und anderen umliegenden Ländern* Kopenhagen, 1774, ff.

[5] *O. c.*, Vol. II, S. 94.

kung begleitet ‚decreasing about 2 ½′ annually' [1], wir hätten also 3°56′,25 westliche Declination für *Gidde* und die Epoche 1884,5 und unter Voraussetzung, dass die Variation in *Mekka* dieselbe und die Messung Ali Beys zuverlässig seien, 3° 32′ für letztern Ort.

Die Berechnung des Itinerares ergiebt nun bei Annahme des Wertes von 0,966 m. für die Länge des Kamelschrittes [2] folgende Daten :

[1] Nach den Bestimmungen Niebuhrs und Wharton's wäre die seculäre Änderung der Declination — 4′2.

[2] Nach indirecten Messungen Jordans (in Neumayer, *Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen*, S. 44) beträgt die Länge des Kamelschrittes 0,964 m., nach Euting, *Tagebuch einer Reise nach Innerarabien*, S. 33, 0,975 m.; aus einer eigenen gelegentlichen Messung fand ich 0,97 m. Ich habe daher von den drei Angaben Hubers : 0,948 m., (*O. c.*, S. 329) — 0,917 m., (*O. c.*, S. 367) — 0,985 m., (*O. c.*, S. 494) nur die beiden grössten benutzt und das Mittel daraus gezogen.

	Pause	Zeit	Zeitunterschied	Länge der Teilstrecken in Metern s	Peilung	Azimuth a	Ordinaten y = s sin a	Abscissen x = s cos a	Summe der Ordinaten Σy	Summe der Abscissen Σx
		7 h 16 m								
(1)		7 h 28 m	12 m	1416	SW	135°	+ 1001,1	— 1001,1	+ 1001,1	— 1001,1
(2)		7 h 36 m	8	944	WNW	67°,5	872,3	+ 361,6	1873,4	— 639,5
(3)		7 h 40 m	4	472	W	90°	472,0	0	2345,4	— 639,5
(4)		8 h 0 m	20	2360	SW	135°	1668,5	— 1668,5	4013,9	— 2308,0
(5)		8 h 15 m	15	1770	WSW	112°,5	1635,5	— 677,9	5649,4	— 2985,9
(6)		11 h 0 m	165	19470	WSW	112°,5	17987,9	— 7450,8	23637,3	— 10436,7
(7)		11 h 50 m	50	5900	NNW	22°,5	2259,7	+ 5451,6	25897,0	— 4985,1
(8)		1 h 15 m	85	10030	NNW	22°,5	3841,5	+ 9267,7	29738,0	+ 4282,6
	1 h 40 m	2 h 55 m								
(9)		4 h 40 m	105	10815	N80°W	80°	10652,8	+ 1881,8	40391,3	+ 6164,4
(10)		6 h 0 m	80	8240	N80°W	80°	8116,4	+ 1433,8	48507,7	+ 7598,2
(11)		6 h 10 m	10	1030	N80°W	80°	1014,5	+ 179,2	49522,2	+ 7777,4
(12)		6 h 40 m	30	2295	WNW	67°,5	2120,6	+ 879,0	51642,8	+ 8656,4

(13)		7 h 0 m	20	1530	NNW	22°,5	586,0	+ 1413,7	52228,8	+ 10070,1
(14)		7 h 25 m	25	1912	W	90°	1912,0	0	54140,8	+ 10070,1
(15)		7 h 45 m	20	1530	WNW	67°,5	1413,7	+ 586,0	55554,5	+ 10656,1
(16)		7 h 47 m	2	153	NW	45°	108,2	+ 108,2	55662,7	+ 10764,3
(17)		8 h 2 m	15	1148	N80°W	80°	1130,8	+ 199,8	56793,5	+ 10964,1
	5 m	8 h 7 m								
(18)		8 h 24 m	17	1300	N50°W	50°	995,8	+ 835,9	57789,3	+ 11800,0
(19)		8 h 37 m	13	994	NW	45°	702,8	+ 702,8	58492,1	+ 12502,8
(20)		8 h 41 m	4	306	NW	45°	216,3	+ 216,3	58708,4	+ 12719,1
(21)		9 h 13 m	32	2448	W	90°	2448,0	0	61156,4	+ 12719,1
(22)		9 h 34 m	21	1606	N75°W	75°	1551,4	+ 416,0	62707,8	+ 13135,1
(23)		9 h 47 m	13	994	N70°W	70°	934,4	+ 339,0	63642,2	+ 13475,0
	5 h 48 m	3 h 35 m								
(24)		4 h 25 m	50	3825	WNW	67°,5	3534,3	+ 1465,0	67176,5	+ 14940,0
(25)		5 h 17 m	52	3978	WNW	67°,5	3675,7	+ 1523,6	70852,2	+ 16463,6
			14 h 28 m	86466					+70852,2	+ 16463,6

Die Zahlen der letzten Zeile sind alles, was sich dem Itinerare selbst entnehmen lässt, und besagen, dass die Länge des Weges zwischen dem Ausgangspunkte Hubers in der Nähe des Thores *Rîʿ e-Sâmî* und dem *Mekka*-Thor in *Gidde* 86,5 km., und dass die auf den magnetischen Meridian bezüglichen Ost-West- und Nord-Süd-Abstände beider Punkte 70,9 km. beziehungsweise 16,5 km., betragen.

Construieren wir nun die drei ersten Strecken des Itinerares im Massstabe des Burkhard'schen Planes (1 : 123000) auf Pauspapier und legen dieselben so auf den Plan, dass sich die Strecken mit den oben erwähnten Strassen decken, so ist es ein Leichtes, die Coordinaten der *Kaʿba* ($y_K = +1677$ m., $x_K = -2093$ m.) zu messen und die Differencen

$$\Sigma y - y_K = 70852 - 1677 = 69175 \text{ m.}$$
$$\Sigma x - x_K = 16464 + 2092 = 18556 \text{ m.}$$

zu bilden, welche nunmehr nur noch in geographische Coordinaten umgewandelt werden müssen, um den wahren Nord-Süd und Ost-West-Abstand der *Kaʿba* und des *Mekka*-Thores in *Gidde* zu erhalten.

$$\text{Ist} \quad Y_o = 69175 \quad \tan \omega = \frac{X_o}{Y_o} \qquad \delta = 3^\circ 56',25$$
$$X^o = 18556 \qquad E = \sqrt{Y_o^2 + X_o^2}$$

so erhalten wir die gesuchten Längen- und Breitenunterschiede nach den Formeln

$$D\lambda = E \cos(\omega - \delta) \qquad D\varphi = E \sin(\omega - \delta).$$

Die Einsetzung der Werte ergiebt :

$$D\lambda = 71620{,}6 \cdot \cos(15^\circ 0'57'' - 3^\circ 56'15'') = 70286 \text{ m.} = 40'43''$$
$$D\varphi = 71620{,}6 \cdot \sin(15^\circ 0'57'' - 3^\circ 56'15'') = 13762 \text{ m.} = 7'28''$$

Dem Plane von *Gidde* entnehmen wir

Länge des *Mekka*-Thores + 39° 11′ 47″.
Breite des *Mekka*-Thores + 21° 29′ 11″.

Es ist also :

Länge der *Kaʿba* 39° 11′ 47″ + 40′ 43″ = 39° 52′ 30″ O v. Greenwich.
Breite der *Kaʿba* 21° 29′ 11″ — 7′ 28″ = 21° 21′ 43″ N.

Es frägt sich nun, wie genau das Itinerar Hubers ist und welches Vertrauen wir in die daraus gewonnenen Zahlen setzen können. Als erste Controlle vergleichen wir die in Marschzeiten ausgedrückten Längen der Itinerarien Burkhard's [1], Schimpers [2] und Muḥammed

[1] O. c., S. 101-110.
[2] Ritter, o. c., II, S. 29.

Ṣâdiḳ Pascha's [1]. Ist unsere Länge des Itinerares richtig, so muss sie durch die bezüglichen Marschzeiten dividiert den Umständen angemessene Marschgeschwindigkeiten ergeben. Nachstehende Tabelle giebt die betreffenden Grössen.

		Marschzeit $= t$	Marschgeschwindigkeit $= v \frac{86{,}5 \text{ km.}}{t}$
Burkhard	zu Esel	13 h	6,7 km.
	zu Fuss	17 h	5,1 km.
Schimper	zu Esel	13 h 75	6,3 km.
Ṣâdiḳ Pascha [1]	Pilgerzug	21 h 75	3,9 km.
Huber	zu Kamel	14 h 47	6.0 km.

Die Zahlen der letzten Columne zeigen, dass der berechnete Wert der Länge der Strasse der Wahrheit sehr nahe kommen muss; für die, denen es auffällt, dass die Marschgeschwindigkeit des Esels grösser ist als die des Kamels, bemerke ich, dass die Esel des *Higâz* besonders starke und ausdauernde Tiere sind, und dass das Kamel Hubers, das schon die lange Reise vom *Negd* hinter sich hatte, etwas stark angestrengt wurde. Die oben angeführten Zahlen zeigen denn auch, dass seine Geschwindigkeit während des Marsches von 7,05 km. auf 4,59 km. sank. Wenn nun noch der sehr zuverlässige Burkhard die Strasse von *Mekka* nach *Gidde* auf 55 engl. Meilen = 88,50 km. schätzt, eine Länge die von der berechneten blos um 2,03 km. oder 2,4 % abweicht, so dürfen wir annehmen, dass unserm Resultate ein hoher Grad von Genauigkeit zukommt.

Um einen Einblick in die Zuverlässigkeit der berechneten Breite und Länge zu erhalten, bestimmen wir deren mittlere Fehler, die natürlich eine Funktion der Quer- und Längsfehler der einzelnen Teilstrecken des Itinerares sind. Aus der auf Seite 18 f. gegebenen Übersicht geht hervor, dass einige der Teilstrecken auf 5° andere nur auf einen Kompassstrich genau gepeilt sind. Nehmen wir nun an, der Pellungsfehler betrage bei den erstern (s_1) $\pm 5°$, bei den letztern (s_2 resp. s_3) $\pm 15°$ bei Tage und $\pm 20°$ [2] bei Nacht, so wird der Querfehler bei den erstgenannten Teilstrecken

$$\Delta_1 = \frac{5°}{57°{,}2956} s_1 = 0{,}08727 \cdot s_1 = \delta_1 s_1$$

[1] *Dalîl el-Ḥagg ta'lîf ḥaḍrit* Muḥammed Paša Ṣâdiḳ, Kairo, 1313 = 1896, S. 44 ff.

[2] Für einen einigermassen geübten Reiter ist es ein Leichtes auf dem gehenden Kamele auf 10° genau zu peilen; die angenommenen Fehler werden daher nicht weit von der Wahrheit entfernt und eher zu gross als zu klein sein.

derjenige der nach Strichen gepeilten Teilstrecken

$$\Delta_2 = \frac{15^\circ}{57^\circ,2956}\, s_2 = 0{,}26175 \,.\, s_2 = \delta_2 s_2$$
$$\Delta_3 = \frac{20^\circ}{57^\circ,2956}\, s_3 = 0{,}34907 \,.\, s_3 = \delta_3 s_3.$$

Betrachten wir nun das ganze Itinerar als aus 3 im Grossen und Ganzen gradlinigen Stücken zusammengesetzt und bezeichnen wir diese Stücke mit

b [enthaltend die Teilstrecken (1) bis (6)]
c [enthaltend die Teilstrecken (7) bis (8)]
d [enthaltend die Teilstrecken (9) bis (25)]

so erhalten wir als mittlere Querabweichung ihrer Endpunkte

$$\Delta T\,b = \pm\sqrt{[\delta_2(1)]^2+[\delta_2(2)]^2+[\delta_2(3)]^2+[\delta_3(4)]^2+[\delta_3(4+5)]^2}$$
$$= \pm\sqrt{0{,}137+0{,}061+0{,}015+0{,}382+54{,}969}$$
$$= \pm\sqrt{55{,}564} = \pm 7{,}454 \text{ km}.$$

$$\Delta T\,c = \pm\delta_3(7+8) = \pm 5{,}561 \text{ km}.$$

$$\Delta T\,d = \pm\sqrt{\begin{array}{l}[\delta_1(9)]^2+[\delta_1(10+11)]^2+[\delta_2(12)]^2+[\delta_2(13)]^2+[\delta_2(14)]^2\\ +[\delta_2(15)]^2+[\delta_2(16)]^2+[\delta_1(17)]^2+[\delta_1(18)]^2+[\delta_2(19+20)]^2\\ +[\delta_2(21)]^2+[\delta_1(22)]^2+[\delta_1(23)]^2+[\delta_2(24+25)]^2\end{array}}$$

$$= \pm\sqrt{\begin{array}{l}0{,}891+0{,}654+0{,}361+0{,}160+0{,}250+0{,}160+0{,}002\\ +0{,}010+0{,}013+0{,}116+0{,}411+0{,}020+0{,}008+4{,}172\end{array}}$$

$$= \pm\sqrt{7.227} = \pm 2{,}688 \text{ km}.$$

Nehmen wir an, dass der durch verschiedene Schrittlänge und Krümmungen des Weges veranlasste Längsfehler 5 % jeder Strecke betrage [1], so sind die Längsfehler (Δ L) der drei Stücke :

$$\Delta L\,b = \pm 26{,}432.0{,}05 = \pm 1{,}322 \text{ km}.$$
$$\Delta L\,c = \pm 15{,}930.0{,}05 = \pm 0{,}797 \text{ km}.$$
$$\Delta L\,d = \pm 44{,}104.0{,}05 = \pm 2{,}205 \text{ km}.$$

Bezeichnen wir im weitern die wahren Azimuthe der drei Stücke (wir entnehmen ihren Wert der graphischen Construction des Itine-

[1] JORDAN, *Physische Geographie und Meteorologie der Libyschen Wüste*, S. 59, nimmt 7 % als mittleren Fehler der vermittelst der Kamel-Stunden gemessenen Wegelängen an. Da wir aber nicht nur die Weg-Zeiten, sondern auch die Anzahl der gemachten Schritte kennen, so ist 5 % genügend hoch.

rares) mit α^b, α^c, α^d, und vernachlässigen wir den Einfluss der Längsabweichung der Stücke b, d und der Querabweichung des Stückes c auf deren Breitenfehler, sowie den Einfluss der Querabweichung der der Stücke b, d und der Längsabweichung des Stückes c auf deren Längenfehler, so erhalten wir als Breiten $= (\Delta\varphi)$ und Längenfehler $(\Delta\lambda)$ der drei Stücke des Itinerares:

$$\Delta\varphi b = \pm \Delta Tb.\cos(\alpha^b - 90^o) = \pm 7{,}454.\cos 28^o{,}5 = \pm 6{,}551 \text{ km.}$$
$$\Delta\varphi c = \pm \Delta Lc.\cos \alpha^c = \pm 0{,}797.\cos 26^o{,}5 = \pm 0{,}713 \text{ km.}$$
$$\Delta\varphi d = \pm \Delta Td.\cos(90^o - \alpha^d) = \pm 2{,}688.\cos 13^o = \pm 2{,}619 \text{ km.}$$

$$\Delta\lambda b = \pm \Delta L\, b.\cos(\alpha^b - 90) = \pm 1{,}322.\cos 28^o{,}5 = \pm 1{,}162 \text{ km.}$$
$$\Delta\lambda c = \pm \Delta Tc.\cos \alpha^c = \pm 5{,}561.\cos 26^o{,}5 = \pm 4{,}977 \text{ km.}$$
$$\Delta\lambda d = \pm \Delta Ld.\cos(90^o - \alpha^d) = \pm 2{,}205.\cos 13^o = \pm 2{,}148 \text{ km.}$$

Der mittlere Fehler der aus dem Itinerar gewonnenen Breite beträgt nun

$$\Delta\varphi = \pm\sqrt{(\Delta\varphi b)^2 + (\Delta\varphi c)^2 + (\Delta\varphi d)^2} = \pm\sqrt{42{,}916 + 0{,}508 + 6{,}859}$$
$$= \pm\sqrt{50283} = \pm 7{,}091 \text{ km.} = \pm 3',8$$

der mittlere Fehler der Länge:

$$\Delta\lambda = \pm\sqrt{(\Delta\lambda b)^2 + \Delta\lambda c)^2 + (\Delta\lambda d)^2} = \pm\sqrt{1{,}350 + 4{,}614 + 24{,}771}$$
$$= \pm\sqrt{30{,}735} = \pm 5{,}554 \text{ km.} = \pm 3',2.$$

Die Längenbestimmung aus dem Itinerare ist demnach ebenso genau oder genauer, als wenn sie mit Monddistanzen gewonnen wäre, für die selbst ein so gewiegter Fachmann wie JORDAN im Durchschnitt einen mittleren Fehler von $\pm 17^s = \pm 4',25$ erhielt. (*Grundzüge der Astron., Zeit und Ortsbestimmung*, S. 363.)

Es ist also nach der vorhergehenden Untersuchung:

Länge von Mekka $= -39^o52',5 \pm 3',2$
Breite von Mekka $= +21^o21',7 \pm 3',8$.

II. Die Strasse von Gidde nach Mekka.

Folgendes sind die Stationen der Strasse von *Gidde* nach *Mekka* nach den verschiedenen Itinerarien und, soweit sie angegeben werden, ihre Entfernungen.

Burkhard	Ṣâdiḳ Pascha	Muḫtâr Pascha[1]	Huber
Djidda	*Gídde*	*Geddah*	*Djeddah*
	1 h 50 m		
3 h	*Râs el-Ḳâ'im*		*Râs el-Qâîm*
	1 h 13 m		
Ragháme	*e-Raġâme*	*Raghamah*	*Rarâmeh*
2 h 5	1 h 52 m		*Zalabâny*
el-Beyadhie	*Gerâde od.el-Fara'ije*	*Garadah*	*Gerâdeh*
	50 m		
1 h 5	*el-Férḳad*		
	1 h 5 m		
el-Ferayne (sic)	*Ḳahwet el-'Abd*	*el-Fariyah*	*el-'Abad*
1 h	4 h 3 m		
Bahra	*Báḥra*	*Bahra*	*el-Bahra*
2 h	2 h 47 m		
Heddeh	*el-Ḥádde*	*Haddah*	*Heddeh*
	2 h 15 m		
	Ḳahwet-Sâlim		
	50 m		
2 h	*el-'Alāmên*		
	1 h 40 m		
Shemeysa	*e-Šmêsī*	*Shimissi*	*el-Šmêisy*
2 h	30 m	*Kahuat el-alamain*	*el-'Alaméîn*
Kahwet Salem	*Buġâz Ḳahwet Sâlim*	*Kahuat Salim*	*el-Bourâz*
	10 m		
3 h	*el-Maḳtâle*	*Kahuat el-Boustan*	*Bîr el-Doud*
	1 h 25 m		el-Šouhada
el-Hadjalye	*el-Bustân*	*el-Maktalah*	*el-Bustân*
0 h 5	1 h 25 m	*el-Heguéliyah*	
Sheikh Mahmoud	*e-Šêḫ-Maḥmûd*	*Shekh Mahmoud*	

Ein Blick auf diese Übersicht lehrt, dass nicht nur bei den verschiedenen Autoren verschiedene Namen erscheinen, sondern sogar dieselben Stationen in verschiedener Reihenfolge aufgeführt sind[2].

[1] *Map of Pilgrims Roads*, prepared by the staff officers, by order of Sir F. Grenfill Pasha Sirdar E. A., Kairo 1888. Massstab, 1 : 1000000. Schlechte Karte, die von † Muḫtâr Paša *el-Mâṣrī* compiliert sein soll (nach Mitteilung des ägypt. Intelligencedepartement).

[2] Mit welcher Unkritik man bisweilen im Oriente arbeitet, zeigt das Itinerar

Ich wandte mich daher an einen gelehrten Freund in *Gidde* [1], der den Weg schon dutzende von Malen zurückgelegt hat; dieser diktierte mir folgende Liste: *Gidde — Râs el-Ḳâ'im (Ḳahwe) — e-Ruġâme (Ḳahwe) — Gerâde* oder *el-Faraʿîje (Ḳahwe* und Brunnen) — *e-Zalabânī* (ein Steinhaufen c. ½ Stunde nach *Gerâde) — el-Kanāfânī* (Steinhaufen, c. 20 Minuten nach dem Vorigen) — *Ḳahwet elʿAbd* (kleines Kaffeehaus mit brakischem Brunnen) — *Báḥra (Ḳahwe,* viele Brunnen) — *Ḳaṣr el-Gâẋije* [2] (eine Festung c. ¼ Stunde nach *Baḥra* auf einem Berge) — *Bîr Umm el-Ḳurûn* (Brunnen etwa in der Mitte zwischen *Baḥra* und *Ḥadde* etwas südlich vom Wege.) — *Ḥadde* (grosser Ort mit einem Militärposten) — *e-Šmêsī (Ḳahwe,* dabei ist ein Berg und ein Posten, Brunnen mit schlechtem Wasser.) — *el-Ḥodeibîje* (Mosche etwa 5 Minuten nach *e-Šmêsī* und etwas südlich vom Wege) — *elʿŌlmân* oder *elʿAlāmên (Ḳahwe,* Grenze des *Ḥáram* oder heiligen Gebietes, Brunnen, genannt *Bîr el-Bâšā) — Buġâẋ Ḳahwet Sâlim — Ḳahwet Sâlim* (Brunnen) — *el-Maḳtále* (Ḳahwe, Brunnen) — *Umm e-Dûd (Ḳahwe,* mittelmässiger Brunnen) — *el-Higālîje* oder *el-Bustân (Ḳahwe) — Ḳahwet el-Meʿállim* (Anfang von *Mekka* per Esel etwa 5 Minuten vor) — *e-Šêḫ Maḥmûd.*

Aus dieser Liste erhellt, dass keines der oben angeführten Verzeichnisse richtig oder vollständig ist. Am besten ist noch das von Huber, wo blos *e-Šúhadā* eliminiert werden muss (es befindet sich, wie wir von Muḫtâr und Ṣâdiḳ Pascha wissen und wie mir von meinem Gewährsmann bestätigt wurde, auf der Strasse nach *el-Medîna)* und *e-Zalabânī* hinter *Gerâde* zu setzen ist. In Burkhard's Itinerar sind *Feraʿyne* und *Beyadhye* invertiert, da ersteres sicher = *el-Faraʿîje* und letzteres höchst wahrscheinlich = *elʿAbd* ist. In Muḫtâr's Route finden wir zwei Stationen an der unrichtigen Stelle und in derjenigen Ṣâdiḳ Pascha's constatieren wir nicht nur eine völlige Unordnung in der zweiten Hälfte sondern auch ein *Ḳahwet el-Férḳad,* das überhaupt nicht existiert, und offenbar aus einem verlesenen *el-Feraʿîje* entstanden ist[3].

Haben wir so die richtige Folge der Stationen festgestellt, so können wir diejenigen Punkte, die auf unserm Itinerare als « premier café, etc. [4] » bezeichnet sind, leicht identificieren und mit ihren

des Muḥammed Pascha Ṣâdiḳ wo das « Kaffeehaus des *Sâlim* » und der « Engpass des Kaffeehauses *Sâlims* » durch zwei Stationen von einander getrennt sind.

[1] *El-Ḥagg* ʿAbd el-Ḳader *e-Tilmisānī.*

[2] Vgl. Burkhard *o. c.,* S. 103.

[3] *Faraʿîje* und *Ferḳad* sind in arabischer Cursivschrift ziemlich gleich.

[4] Bei der Aufführung der Kaffeehäuser im Itinerar muss ‚dixième Café' das

Namen in die Route eintragen, wie es auf der dieser Abhandlung beigegebenen Karte geschehen ist und es erübrigt uns nur noch über die Bedeutung der oben erwähnten Ortsnamen und deren etwaiges Vorkommen in ältern arabischen Autoren zu sprechen.

III. Bemerkungen zu den Ortsnamen der Stasse von Gidde nach Mekka.

Gidde, sonst auch *Jedda, Jjeddah, Jjiddah* geschrieben, ist bei den ältern Autoren durchwegs *Gúdda(t)*. Die Erklärung des Namens wird uns gegeben bei Bekri [1], p. 234 wo es heisst: « *Gúdda(t)*: die Küste von *Makka(t)* ist bekannt und es wurde so benannt, weil es die bewohnte Stelle am Meere ist, denn *al-gúdda(t)* vom Meere oder vom Flusse gesagt, ist das was unmittelbar neben dem Lande ist, und ursprünglich bedeutet *al-gúdda(t)* den langgestreckten Weg ».

Râs el-Ḳâ'im ‚das anstehende Haupt' so genannt von einem Sandhügel [2] *e-Ruġâme* [3] ‚Staubsandfeld' ⌈*Ar-raġâm* wird in den ara-

sich zwischen *Geràde* und *e-Ruġàme* einschiebt, als ein Fehler betrachtet werden, da keine andere Quelle noch meine Gewährsmänner etwas von einem solchen Kaffee wissen. Die Identificierung der blos nach Nummern angeführten Kaffees wurde zum Teil mit Hülfe der Burkhard'schen Entfernungen durchgeführt.

[1] *Das geographische Wörterbuch des* Abu Obeid Abdallah ben Abd el-Aziz el-Bekri († 1094) herausgegeben von Ferdinand Wüstenfeld, Göttingen 1877.

[2] Nach Mitteilung von el-Ḥagg ʿAbd el-Ḳader.

[3] Es giebt im Arabischen eine Anzahl von Ortsnamen, die den Artikel haben, und andere, die ihn entbehren. Man sagt z. B. *Mäkke, Ḥâil, Ṣâḳrâ, ʿAnêze, Bèrède, Elsâfe* (Jacut, IV, 356; Kiepert's *Karte: Laṣafa)* ohne Artikel, aber z. B. *e-Zilfi* (gegen Jac., II, 939; Kiepert: *Zulfe*), *el-Mégmaʿa, el-Gelâgil, el-Ḥarg, el-Bèdiʿ Wâd-é-Sirr* (Kiepert: *W. Surr*), *à-Ṣummân* (Kiepert: *Semaʿan*; Pelly: *Sumaan*, Jac., III. 416: *aṣ-Ṣamân)* immer mit dem Artikel. So viel ich sehe, hat kein einziger europäischer Reisender diesen Sprachgebrauch genau berücksichtigt, und aus der Übersicht der Stationen sieht man, dass sogar Muḫtar Pâša den Artikel bisweilen da auslässt, wo er stehen sollte. Der Artikel selbst bedingt in der Beduinensprache, wie dies — aus seiner Transcriptionsweise zu schliessen — schon Nöldeke gesehen hat, niemals die Verdoppelung der Sonnenbuchstaben und lautet vor denselben teils *e*, teils *a* (bei ‚emphatischen' und *r*). Z. B. sagen sämtliche Beduinen des *Negd für Wâdi r-Rúmmat Wâd-á-Rma* und für *al-Káhfat*. (Jac., IV, 332) *e-Tshâfe* (Kiepert: *Ḳehefe*; Doughty: *el-Cheffy, Keheyfy*: Huber: *Etshafeh*). In der Nähe des versteinerten Waldes bei Kairo sind zwei Hügel, die bei den *Howêṭât* — Beduinen *e-Nheidên* (= *an-Nuhaidân*, ‚die beiden Brüste') heissen, und eine Unterabteilung des eben erwähnten Stammes führt den Namen *a-Tḳêḳât* (= *at-Tukaikât*).

bischen Originallexicis definiert als « Staub, feiner Staub) mit Staub vermengter Sand », nach JACUT, II, 795 [1] als der « Sand der nicht von der Hand rinnt ». Nach demselben Schriftsteller (l. c.) heisst auch eine Sandebene im *al-Wâšm* ‚*ar-Raġâm*'] *Gerâde* ‚kahles Sandfeld' [*al-Garâda* ist nach JACUT, II, 45 = BEKRI 237 « ein Sandfeld in der hochgelegenen Wüste »; und *al-Garâd* bei BEKRI (l. c.) eine Dünenlocalität, bei JACUT (l. c.) eine breite sandige Ebene zwischen *al-Báṣra, al-Jamâma, Ḥâ'il* und *al-Marrût*]

e-Zalabânī ‚der Kuchenbäcker' [2], *el-Kanafânī* ‚der Nudelbäcker' [3].

Diese beiden Namen werden so erklärt : Ein Kuchenbäcker und ein Nudelbäcker in *Mekka* behaupteten so schnell *Gidde* erreichen zu können, dass bei ihrer Ankunft ihr in jener Stadt verfertigtes Gepäck noch warm sei. Sie vergassen aber *in-ša-llâh* ‚so Gott will' beizufügen, und zur Strafe dafür sanken sie, wo jetzt die beiden Steinhügel sind, tot nieder und über ihren Gräbern wurde nach dem in der Wüste allgemein üblichen Gebrauch von den Vorbeigehenden die Steinhaufen aufgetürmt.

el-Faraᶜîje lässt sich bei der Vieldeutigkeit von *farᶜ* [4] und *fárᶜat* [5] nicht mit Sicherheit erklären.

Ḳahwet el-ᶜAbd wird als ‚Kaffeehaus des Sklaven' aufgefasst; ein Sklave soll es vor unbestimmter Zeit aufgethan haben; *el-ᶜAbd,* das ausser in unsrer Route nicht weniger als sieben Mal in HUBERS Tagebuch erscheint, ist indes sicher ein geographisches Appelativ, das sich zwar in keinem Lexicon findet, dessen Bedeutung sich jedoch durch die folgende Zusammenstellung leicht feststellen lässt. Im *Journal de voyage* finden wir :

1. *el-ᶜAbd* 39 = *G. Abt* 120, identisch mit dem *el-Abd,* das EUTING, *Tagebuch,* S. 113 als kleinen runden Berg S vom *Gebel Mismâ* eingetragen hat.

2. *G. Abt* (petit pic) 42 identisch mit dem *el-ᶜAbd,* das EUTING. *l. c.* als kleinen runden Berg O von *el-Gjôf* zeichnet.

3. *G. el-Abd* (pic noir, isolé) 214, 555 bis 556 an dem Nordrande des *G. Agâ.*

[1] *Jacuts geographisches Wörterbuch...* herausgegeben von FERDINAND WÜSTENFELD, Leipzig, 1866-1870 (Geschrieben c. 1230 n. Chr.).

[2] *e-ẓalâbje* ‚ein dünner Pfannkuchen'.

[3] *el-Kunâfa,* ‚mit Butter und Zucker bereitete Nudeln'.

[4] *el-farᶜ* bedeutet in der Beduinensprache das kleine Rinnsal, das in den *šaᶜîb* mündet, der seinerseits das Wasser dem *rauḍ* oder *wâdi* zuführt; nach den Lexicis ist es auch « der höchste Punkt irgend einer Sache ».

[5] *el-fárat* nach den Lexicis « der höchste Punkt des Berges oder der Strasse ».

4. *Abd* 564 ter SSO von *Taimâ*.

5. *G. el-ʿAbd* (petit) 86 = *Abd* 564 ter N vom *G. Selmâ*.

6. *Abd el-Sebaʿân,* gebel 574 = *Abd Sebaʿân* 597 = *G. ʿAbed Sebaʿân* 680 N vom *Gebel Selmâ* [1].

7. petit *G. Ṛarmûl el-ʿAbd* 311, 312 O von *Taimâ*.

Aus den von den Beduinen selbst in HUBERS Tagebuch eingetragenen Namen geht hervor, dass die correcten Formen derselben *el-ʿAbd*, *ʿAbd e-Sebaʿân* und *Ġarmûl el-ʿAbd* lauten und aus den gelegentlich angebrachten Epitheta HUBERS ersehen wir, dass *el-ʿAbd* eine Bezeichnung für einen kleinen dunklen ‚Pic' ist. Huber sagt dann auch S. 721, dass *el-Kôde* [2], den er kurz vorher als « un pic isolé *hamra* » bezeichnet hat « un vrai *ʿabd* » sei und ebenso giebt schon JACUT, II, 603, die Definition, ein *ʿAbd* ist ein kleiner schwarzer Berg, der von zwei

[1] Dieser *ʿAbd* ist erwähnt bei JACUT III, 603 : al-ʿAsmaʿî sagt... *al-ʿAbd* ist auch ein Ort im Gebiete der *Taij*ʾ und NAṢR sagt : *al-ʿAbd* ist ein Berg, der nach dem bekannten Berge *ʿAbd-Sálmā* genannt wird, und er ist im Norden des *Sálmā*, und westlich von ihm ist ein Wasser genannt *Mulaiḥat* (jetzt *el-Mlēḥṭje* ein Brunnen mit Brackwasser, HUBER, S. 627). JACUT II, 33 : es sagt NAṢR, *as-Sabuʿân* ist ein Berg vor *Falg*, und es wird gesagt, es sei ein *Wâdī* nördlich von *Sálam*, in welchem sich ein Berg befindet, der *al-ʿAbd* heisst, schwarz ist und keine Kanten hat.

[2] HUBER transcribiert *el-Tẓôde*, mit Unrecht, denn *Kâf* lautet im ganzen *Negd* vor oder nach ô, û wie *K*, man sagt zwar *tsàwâtsib* « die Sterne » aber *kôkab* « der Stern ». Huber ist beim Transcribieren im allgemeinen ungenau, so schreibt er p. 590, 613, 614, 688, 689, 690 richtig *Etẓhafeh* (lies *e-Tshâfe*), p. 110. 205, 208 unrichtig *el-Kehafeh*: p. 711, 712 steht richtig G. *Tẓîr* (lies *Tsîr*), während p. 122 *Aïn el-Kîr* blos Schrifttranscription ist. Bei dem erstaunlichen Wirrwarr, der bei der Umschreibung der arabischen k Laute herrscht und der für jeden, der sich mit der Geographie Arabiens beschäftigt, äusserst störend ist, bemerke ich, dass im ganzen NEGD das palatalisierte *Kâf* wie *ts* lautet, wobei das *s* zwar etwas unrein gesprochen wird, aber nicht so, dass die Schreibung *tsch* gerechtfertigt wäre, und dass das palatalisierte *Ḳâf* wie *dẓ* lautet, wo wiederum das ẓ nicht ganz rein ist, aber doch die Schreibung *dsch* weniger genau als *dẓ* wäre. Dass das *Ḳâf*, das ungefähr in den von WETZSTEIN Z. D. M. G., XXII, S. 164 ff. angegebenen Fällen palatalisiert wird, immer stimmhaft ist (ob palatalisiert oder nicht), gerade wie *Kâf* immer stimmlos ist, entging sowohl HUBER wie WETZSTEIN. Letzterer schreibt z. B. Nordarabien und die syrische Wüste, S. 461 *Sumêtscha* für *Zmêdẓe* (vom Wahabiten Schêch bei JOMARD, *Notice géographique sur le pays de Nedjd*, S. 54 *Zumaikat* geschrieben), *Usêtschir* für *Usêdẓir*, *Ḥarîtsch* für *el-Ḥarîdẓ*: HUBER giebt palatalisiertes *k* durch *ts* wieder, wobei er freilich auch hier es sehr häufig vernachlässigt die Palatalisierung anzugeben. Die Engländer, die für den Unterschied zwischen stimmhaften und stimmlosen Lauten ein feineres Ohr haben als die Deutschen, umschreiben (wenn nicht durch die Schrift beeinflusst) palatalisiertes *ḳ* mit *j*, palatalisiertes *k* mit *ch* z. B. *Andjir*

noch kleinern umgeben wird, die *aṭ-ṭadaijân* (= die beiden Brüste) genannt werden [1].

Von einem in der Nähe befindlichen *ʿAbd* nun wird auch unser Kaffeehaus seinen Namen erhalten haben und nicht von einem anonymen Sklaven. *Kahwet el-ʿAbd* würde also bedeuten « Kaffé bei dem kleinen dunklen Pic ».

Báḥra ‚das Dorf' [kommt auch als Name eines Ortes in der Umgegend von *aṭ-Ṭâ'if* (JAKUT I, 506) vor, *al-Baḥra* als Name von *al-Madîna* und von einem Dorfe in *al-Baḥrân* (ib.)]. BEKRI, S. 140, definiert *al-buḥrat* als geringer als ein *Wâdî* aber grösser als eine Schlucht; diese Bedeutung passt hier offenbar nicht.

Ḳasr el-Gâẓije ‚Schloss der *Gâẓije*', die eine Königstochter gewesen sein soll.

Ḥádda, Bedeutung unsicher. JACÛT (II, 221) sagt: *Ḥádda* ist eine Station zwischen *Gudda* und *Mákka*, im Gebiete der *Tihâma* in der Mitte der Strasse und es ist ein *Wâdî*, in dem sich eine Festung, Palmenbäume und ein aus einer Quelle entspringendes fliessendes Wasser befinden, ein angenehmer und guter Ort. Die Alten aber nannten es *Ḥaddâ* [*al-Ḥadda* ist auch der Name einer Festung in *al-Jáman* (ib)].

e-Šĕmêsī ? Nach BURKHARD wurde gemäss den Geschichtsschreibern der Stadt Mekka von dem nordöstlich von dieser Station gelegenen ‚*Djebel Shemeysa*' der Marmor gebrochen, aus dem viele der Säulen der grossen Moschee hergestellt wurden.

el-Ḥudeibîje ‚[die Moschee] bei dem krummen Baume'. JA-

(SADLIER) = *el-ʿÖdẓėr* = *al-ʿUḳâir* (JACUT, III, 699, die Hafenstadt in *Láḥsâ*), *Towaij* (PELLY, *Journ. R. Geogr. Soc.*, XXXV, Karte) = (*Dîlâʿ*) *Ṭwėdẓ* — *Tuwaiḳ* (*Gihân-numâ*, p. 528; der Gebirgszug in *e-Sedėr*), *Vishajer* (PELLY l. c) = *Ủsėdẓir* = *Wusáiḳir* (*Gihan-numâ* l. c. JOMARD *l. c.* nach JACUT, I, 287 mit dem Artikel *al-Ủsáiḳir*), *Ferjèyn* (DOUGHTY, II, 461) = *Ferdẓėn* = *Firḳain* (HUBER, 714, 715 der *Firtsén* umschreibt); *Delaa el Chebrut* (PELLY l. c.) = *Ḍilaʿ e-Tsebrît* « Sulphur Hill », *el-Cheffy*, *el-K'heyfy*, (DOUGHTY, II, 567 n. Karte) = *e-Tsáfe* (siehe oben) = *al-Kahfat* (JAC. IV, 332), *J. Chebad* (DOUGHTY, II, 567) = *Gebel e-Tsbâd* = *Gâbal al-Kabâd* (HUBER 308, 310, 311, 313. 492, 495, 496 von ihm bald *Kbâd* bald *Tẓbâd* umschrieben.

[1] Zur selben Definition führt die in Nr. 7 gegebene Bezeichnung eines *ʿAbd* als *ġarmûl*; *ġarmûl* wird im *Ḳâmûs* IV, 27 erklärt als « roter (d. h. dunkelroter mit Feuerstein besäeter) Hügel ». Die Bedeutung von « Hügel » für *el-ʿAbd* ist sicherlich abgeleitet von der Bedeutung « die kurze und breite (Schwert- oder Speer-) klinge » ähnlich wie *as-saif* « das Schwert » auch eine lange Sanddüne bezeichnet (vgl. DOZY, *Supplément* und WALTER. *Die Denudation in der Wüste*, S. 162, wo nach ROHLFS *Ssif* statt *e-Sėf* geschrieben wird).

Δουμαθα = *Dûmat (al-Gándal)*, Σαββαθα = *Šábwat* (sab. ebenso) Μαιφαθ = *Máifa'at* (Bekri 569, *Ḳâmûs* III, 117, heute *Máif'a* Sprenger o. c. 83): ebenso ist in einer memphitischen Inschrift die masc. Endung at durch αθος transcribiert: Αλασαθος = *al-Ḥálaṣat* wiedergegeben, und das doppelte *k* müsste griechisch als κχ oder χχ erscheinen, endlich ist es noch niemanden gelungen den zweiten Bestandteil ραβα zu erklären. Da die ältesten Herrscher in Mekka, die *Gurhum* und *Ḫuzâ'at* Süd-Araber waren, so ist die Aufstellung Glasers Μακοραβα = äthiopisches *mekŭerâb* Heiligtum, Tempel sehr anziehend und würde absolut sicher sein, wenn es sich nachweisen liesse, dass äth. u — haltiges *k*, resp. *kw* auch in andern Fällen durch griech. ko transcribier wird. Μακοραβα würde dann zwar nicht lautlich, aber sachlich der alten Tempelstadt *Mekka* entsprechen.

J. J. Hess.

Prof. an der Universität Freiburg (Schweiz).

Sprenger meint) Γιραθα (var. Γοιραθα) = (lautlich) Gairât (Hamdâni 80, 92, 109; die Identification Sprengers mit *al-Karjatân* ist unmöglich schon wegen des ersten Vocales). Γορδα = *al-Gâradu* (Jacut, II, 57; nicht identisch mit *el-Gerêde* — das Doughty fälschlich *Járada, Járida, Jarîda* transcribiert — da dies jenseits von *al-Ḳarjatân* liegt, während *al-Gâradu* nach Jacut sich diesseits d. h. nordöstlich davon befindet). Εγρα = *al-Ḥigr*.

Καρνα = (lautlich) *al-Ḳarn*, Καταρα = *al-Ḳâṭar*, Κατταβανοι = sabäisch Ḳatabân, Μαχνα = *Máḳnâ* (Jac., IV, 610) Οβραχα = *al-Abraḳ* (« das Scheckige » bei den Beduinen Bezeichnung für Hügel oder Berge, an denen steinige mit sandigen Stellen wechseln und daher häufig vorkommender Eigenname — vgl. Jacut, I, 79, 81-86, wo nicht weniger als 21 *abraḳ* aufgezählt sind — die heutige Aussprache im *Negd* ist Obrets — so bei Huber) Σαρακηνοι = *šarḳij* (das Wort ist vom Singular abgeleitet ebenso wie Θαμυδηνοι *Ṯammûd*, Δωσαρηνοι *Dôsir* und nicht *Dawâsir* wiedergiebt; auch heute sagt man z. B. deutsch die *Berberi*, französisch, les Barbarins, vom Singular Berbéri « Nubier »).

Δαχαρηνοι = *ḏâkar* (nach Steph. Byz. bedeutet dies Wort die « Männlichen », für die Endung vergl. das Vorhergehende).

ANHANG

Beschreibung von *Ḥádda* aus Muḥammed Paša Ṣâdiḳ's *Dalîl al-Ḥágg*, S. 44 f.

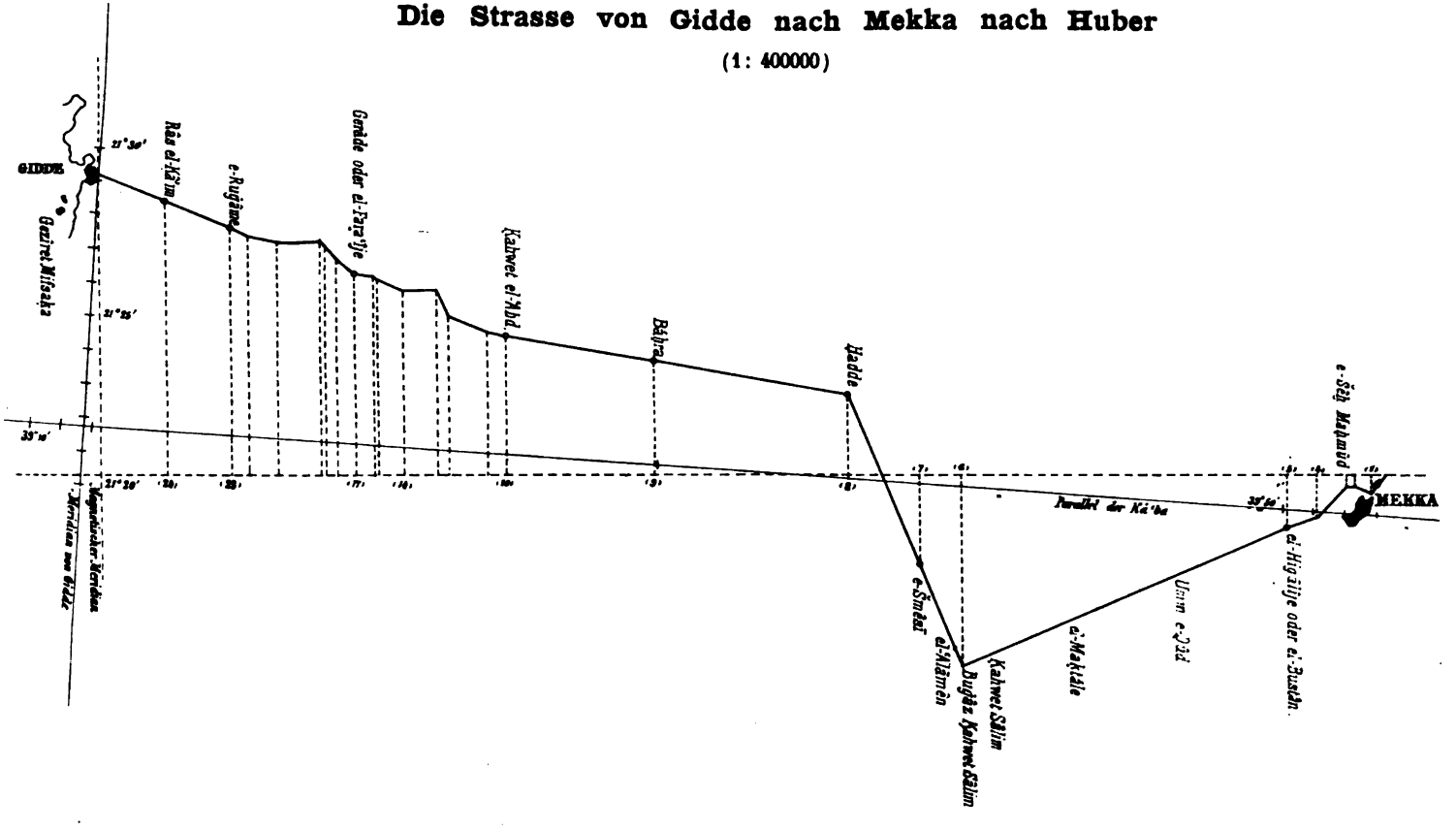
Dann hielt der *Maḥmel* (ein viereckiges pyramidenförmiges Gestell von Holz mit schwarzem und goldgesticktem Brokat bedeckt, das auf ein Kamel geladen wird und den Pilgerzug begleitet) in einer Ortschaft *al-Ḥadda* (sic) bei einer Moschee mit einem Minaret. Sie befindet sich in einem Gelände in der Mitte des *Wâdi* (d. i. *Wâdî Fâṭme* oder *Wâdî Mérŭ* s. o.) und ist in von Bergen in einiger Entfernung umgeben. Und in ihr ist ein Markt für *Baṭṭîḫ* (Citrullus vulgaris) und *Ḳâwûn* (Cucumis Melo,) der bei ihnen *Ḥirbiẓ* heisst und, die Wasser dieser Ortschaft befinden sich inmitten von Palmen, sind angenehm und kühl besonders zur Mittagzeit. Und dort ist ein Ort, inmitten eines Gartens, von *Kâdî*bäumen (Pandanus odoratissimus) mit starkem Parfum [1]. Und die Hitze erreichte 42° C wobei beständig der Wind blies bald heiss und bald frisch [2]. Und dort lagen zwanzig kaiserliche Soldaten in Zelten, und etwa tausend von den Einwohnern wohnen in kleinen Hütten. Ihr Schêch ist der *Šerîf Musâ'id* und ihre Nahrung ist die *Ḏúrra* (Zea Mays) der *Doḫn* (Panicum Miliaceum) und das Fett und ihr Verdienst ist das Ausleihen ihrer Kamele von *Gidde* nach *Mekka*. Und einige von ihnen sind Ackerbauer und sie gehören der Sekte der Senûsî an. Ihre Weiber verschleiern ihr Gesicht mit einem kleinen schwarzen Schleier, tragen ein schwarzes Hemd und hüllen sich in einen schwarzen Überwurf (von Musselin).

[1] Vgl. *Gihân-numâ*, S. 520, wo es heisst, *Wâdî Fâṭme* sei durch die *Kâdi* Bäume berühmt, aus deren Blüten man ein wohlriechendes Öl gewinne.

[2] Am 13. September 1885.

Die Strasse von Gidde nach Mekka nach Huber

(1: 400000)



J. J. Hess, del.

I. — Fasc. 3. Juillet 1900.

Etudes Géographiques

Sur l'action de l'eau dans la scaglia de Bastia (monts Euganéens) et sur l'évaluation approximative de la corrosion.

(Avec six planches et une carte)

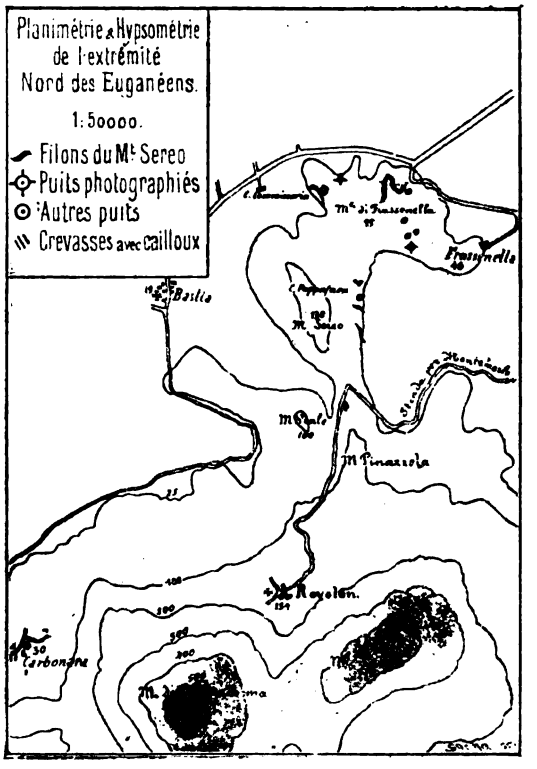
A l'extrémité nord des monts Euganéens, on trouve les collines de Frassenella (75 m.) et de Sereo (130 m.), qui se rattachent par l'intermédiaire du mont Pinazzola ou Spinazzola (119 m.) au groupe du mont Grande (481 m.) et du mont de la Madonna (527 m.). Dans cet ensemble, il y a une belle série de terrains, qui vont du crétacé au tertiaire. Les deux collines qui terminent au Nord les Euganéens sont formées presque exclusivement par la *scaglia* typique et par des roches sous-jacentes qui ont toute l'apparence du *biancone* [1] de la formation néocomienne, mais qui n'ont, selon moi, rien à faire avec le *biancone*. C'est ainsi que cette dernière roche ne se trouve ni dans la localité indiquée par M. Reyer [2] (c'est-à-dire dans la sinuosité entre le mont Viale et le mont Sereo), ni sur tout le versant ouest

[1] Je rappellerai ici que la *scaglia* est un calcaire rougeâtre ou blanchâtre à cassure lithographique, en petits bancs à surface écailleuse, appartenant au crétacé supérieur (Sénonien); le *biancone* est un calcaire blanc (quelquefois gris) à cassure conchoïdale et qu'on peut rapporter en partie au néocomien et en partie au jurassique supérieur.

[2] Reyer E. *Die Euganeen.* Wien, 1877.

du mont Sereo jusqu'à la première carrière que l'on rencontre entre *Casa Comissaria* et la *Fornace* (où elle a été indiquée par M. Taramelli).

Dans la carrière dont j'ai parlé, entre *Casa Comissaria* et la *Fornace*, on voit bien nettement, entre la roche à *facies* de *biancone*, et la *scaglia*, une faille, dirigée presque N.-S., et d'une hauteur d'environ 12 mètres (Pl. XII).



Intercalées dans la partie inférieure de ces roches j'ai trouvé quelques couches d'argile à écailles de poissons jusqu'ici non déterminables, et sur le mont Pinazzola un calcaire gris à nodules de silex rose, qui, bien que d'aspect jurassique, ne doit appartenir, tout au plus, qu'au crétacé moyen, ainsi que le prouvent certaines couches argileuses à dents de *Ptychodus* et à *Trissops* et pleines de radiolaires que j'ai retrouvées à peu de distance et certainement inférieures au calcaire en question.

Sur le côté Est du mont Sereo j'ai enfin observé l'existence de deux filons à une centaine de mètres l'un de l'autre; dont le plus voisin de la Casa Papafava est formé par une roche à magma basaltique, dans lequel sont épars des cristaux de sanidine; l'autre est aussi de type basaltique, mais avec une telle abondance d'olivine que la roche pourrait être très bien nommée une *péridotite*. Ni l'un ni l'autre de de ces filons n'avaient été jusqu'à présent observés.

Laissant maintenant de côté les rapports géologiques entre ces terrains, je tiens, pour le moment, à mettre en évidence le travail de

la corrosion par l'eau, qui a laissé des traces très remarquables dans toute cette localité, mais surtout dans la colline de Frassenella.

Je dois avant tout faire remarquer qu'ici les roches secondaires sont traversées par un très grand nombre de cassures, grandes et petites, avec ou sans rejet, que l'on voit très bien partout où les travaux des carrières ont laissé dans ces roches des parois plus ou moins verticales (Pl. XIII).

Ces cassures, qui ont brisé toute la *scaglia,* et les roches sous-jacentes, peuvent sans doute trouver leur explication dans les efforts d'éruption faits par les roches volcaniques dont on voit, comme je l'ai dit, un très petit spécimen dans le versant Est du mont Sereo.

La conséquence a été que la *scaglia* et les roches inférieures brisées par d'innombrables fractures sont devenues très perméables, à tel point que les eaux, trouvant en grand nombre des voies d'infiltration, ont pu s'y introduire dans tous les sens. Bref, ces roches sont devenues une véritable éponge.

Ainsi ont-elles été le siège, lorsque la précipitation atmosphérique était plus puissante, d'un certain nombre d'importants phénomènes de corrosion et de dénudation.

Les eaux d'infiltration ont d'abord élargi peu à peu les fractures; et ayant enfin, naturellement choisi une direction donnée, elles les ont transformées çà et là en de vrais puits à allure plus ou moins verticale. Parfois ces puits, comme aux environs de la maison Papafava, se prolongent en une galerie presque horizontale et vont aboutir à un autre puits vertical. Je présente ici (Pl. XIV, fig. A) la photographie d'un des plus caractéristiques, qui se trouve un peu plus en bas et au nord de la maison Papafava, et qui a été mis à découvert au temps de l'exploitation d'une ancienne carrière maintenant abandonnée. Les personnes que j'ai photographiées près de ce puits, peuvent donner une idée de ses dimensions.

On en trouve d'autres soit dans les environs immédiats, soit plus loin dans les carrières de *scaglia,* et surtout dans une carrière abandonnée presque à l'extrémité de la colline de Frassenella avant de tourner vers le bourg de Bastia. On y voit, entre autres, deux puits bien reconnaissables (Pl. XIV, fig. B) qui ont à l'extérieur l'aspect de deux entrées de cavernes. En y pénétrant, on reconnaît distinctement qu'il s'agit de fractures élargies par la corrosion de l'eau et en partie nouvellement tapissées par des incrustations calcaires. On y observe aussi la corrosion inégale exercée par l'eau sur les différentes parties d'une même couche, de telle sorte que la surface corrodée, au lieu d'être plus ou moins plane, est souvent toute hérissée de pointes et de crêtes

qui font couronne à autant de concavités où l'eau a pu corroder davantage. Je crois que ce fait dépend de l'inégale distribution dans la *scaglia* et dans les roches semblables des matériaux inattaquables, comme, par exemple, les matières argileuses, et du séjour plus ou moins prolongé que font sur la roche les gouttelettes d'eau avant de tomber.

On a encore une preuve de l'action corrosive et non seulement mécanique de l'eau, dans le fait que ces cavités sont en partie remplies d'une argile rouge qui représente le résidu insoluble du volume de roche corrodée. Cette argile, qui recouvre aussi toute la formation secondaire des Euganéens, a un poids spécifique de 2,016 et donne, après traitement par l'acide chlorhydrique allongé, un résidu insoluble de 80,316 %.

Un fait très caractéristique que j'ai observé dans une fente du calcaire gris sur la route qui du mont Merle conduit à Rovolon, c'est qu'on y trouve avec l'argile une grande quantité de petits cailloux (de 2 à 10 mm. de diamètre) d'un calcaire blanc (probablement *scaglia*) qui n'existe plus au-dessus du calcaire gris. Ces cailloux doivent, selon moi, leur origine soit à la corrosion de fragments primitivement anguleux tombés dans la fente avant la disparition du calcaire blanc (corrosion qui a aussi produit l'argile avec laquelle ils sont mêlés); soit au frottement avec l'argile même durant le mouvement de descente dans la crevasse, (dû à un ajustement successif provenant de la continue diminution de volume des fragments), frottement qui leur donnait un lustre tout à fait exceptionnel. C'est un nouvel exemple à ajouter à ceux de la formation de galets sans charriage, illustrés par M. Stanislas Meunier [1].

La disparition du calcaire blanc doit certainement être assez récente; en effet, j'ai trouvé dans cette argile des fragments de coquilles de *Hélix* indéterminables qui, à en juger par leur apparence, peuvent être tout au plus quaternaires; ainsi que des fragments d'os, eux aussi non susceptibles de détermination, mais bien semblables à ceux que mon ami le docteur Caneva a retrouvés dans des fentes voisines et qu'il a déterminés comme appartenant à l'*Ursus spelaeus*. Ainsi les dislocations qui ont fracturé toutes les roches calcaires ne datent tout

[1] MEUNIER S. — *Caractères de la croûte produite sur les roches terrestres par les agents atmosphériques; comparaison avec l'écorce noire des météorites grises* (*Comptes rendus de l'Acad. d. Sc.*, t. LXXV, p. 890). — Voir aussi du même auteur : *La Géologie expérimentale* (*Bibl. scient. internationale, XCII*), p. 42 et p. 56. Paris, 1899. — *Complément d'observations sur le terrain caillouteux des Préalpes vaudoises.* — (*Comptes rendus de l'Acad. d. Sc.*, t. CXXIX, p. 526.)

au plus que de la fin du tertiaire, et les fragments d'un terrain qui n'existe plus dans une localité, pourront servir à la détermination de l'âge des roches auxquelles il était superposé.

L'eau qui se chargeait par son action chimique sur les calcaires de bicarbonate de chaux, devait le déposer en d'autres lieux ; en effet, on en trouve des traces dans les nombreuses incrustations qui recouvrent les surfaces de fracture des couches et qui ont parfois, comme sur le versant Est du mont Sereo, cimenté en une sorte de brèche des fragments anguleux de *scaglia ;* ainsi que dans les cristaux de calcite qui remplissent certaines fissures. Les cristaux, assez gros et quelquefois assez limpides, sont généralement des scalénoèdres qui présentent souvent une gémination selon un plan parallèle à la base du prisme. J'ai trouvé aussi de petits rhomboèdres.

Un phénomène encore plus intéressant, qui n'est pas spécial à la localité de Frassenella, mais qui se manifeste ici d'une façon très remarquable, c'est, entre les couches du calcaire, la présence d'une mince couche d'argile, contenant cependant encore une certaine quantité de carbonates. On dirait que chaque dépôt d'une couche de calcaire a été suivie de la sédimentation d'une couche argileuse d'environ 2 mm. et demi d'épaisseur en moyenne (Pl. XV, fig. A).

En examinant mieux la chose, il est facile de se convaincre qu'il s'agit d'une fausse stratification, et que la formation de la couche argileuse est un phénomène dû à l'action postérieure de l'eau : car l'eau filtrait avec toute facilité dans l'intérieur du calcaire et aussi entre les diverses couches, et devait, par conséquent, corroder non seulement les surfaces de fracture, mais accomplir un travail semblable sur les surfaces des couches; celles-ci au lieu d'être planes sont, effectivement, aujourd'hui toutes bossuées à cause des actions inégales de la corrosion. Les matières insolubles restaient en place, ne pouvant être emportées par suite de la difficulté de la circulation et de l'inclinaison tout à fait insensible des couches (2° à 8°) et elles y étaient même tassées et laminées par le poids considérable des couches superposées.

Très probablement, la formation de ces minces couches d'argile se poursuivit à plusieurs reprises, parce qu'elles se décomposent à leur tour en un certain nombre de couches plus petites et bien distinctes; à moins que cette stratification ne soit une schistosité déterminée par la pression de toutes les couches qui sont au-dessus.

Ce matériel argileux, tantôt rouge, tantôt vert, selon le degré plus ou moins avancé d'oxydation des sels de fer, a un poids spécifique apparent de 2,123 (la détermination a été faite sur un échantillon sec et recouvert d'une mince couche de paraffine pour empêcher l'imbi-

bition). Il a donné, traité par l'acide chlorhydrique très étendu, un résidu insoluble de 64,40 % (5 grammes ont donné gr. 3,220); la partie soluble est composée de sels de fer, de carbonates, de silice soluble et d'une assez forte proportion de phosphates (0,56 %).

Il y a donc une différence de composition entre cette argile et celle que l'on trouve dans les fentes des mêmes roches et dans les puits; cette dernière ne donne qu'une effervescence tout à fait négligeable, et contient, au moins d'après les conclusions qu'on peut déduire d'une analyse sommaire, une moindre quantité de phosphates. Elle laisse, comme je l'ai dit, un résidu insoluble de 80,315 % (5 grammes ont donné gr. 4,0158 de résidu).

Cette diversité de composition est, à mon avis, facilement explicable, si l'on considère que l'argile des fentes a pu, par sa position le long de crevasses plus ou moins verticales, être lavée sans difficulté et plus complètement par l'eau qui se renouvelait incessamment, et a dû, en conséquence, perdre toutes ou presque toutes les matières solubles dans l'eau chargée d'anhydride carbonique; tandis que celle qui se formait entre deux couches était tassée par celles-ci; en outre, par sa position horizontale et à cause de la circulation moins libre de l'eau, elle a été forcément moins lavée et a gardé une quantité plus grande de matières solubles.

J'ai pensé que l'on pourrait utiliser l'argile interposée entre les couches de la *scaglia* et des autres roches pour déterminer, d'une façon approximative, la puissance de la corrosion exercée par l'eau, d'autant plus que tout ou presque tout ce que l'eau a laissé de matières insolubles est resté sur place.

J'ai suivi à cet effet, avec quelque variante, la méthode de M. Thoulet [1]. J'ai avant tout traité un volume donné *scaglia* de (déterminé très exactement par la méthode de la balance hydrostatique) avec de l'acide chlorhydrique très étendu, pour m'approcher le plus possible des conditions naturelles. Le résultat a été que cm^3 6,8324 de roche ont donné cm^3 0,4710 de résidu insoluble, ce qui équivaut à dire que 1 m^3 de roche donnerait dm^3 68,922 de résidu, ou, à peu près dm^3 69.000. Ces résidus, disposés sur 1 m^2 de base, formeraient une couche de 69 mm. de hauteur. Or, la *scaglia* de Frassenella ayant une hauteur sur la plaine d'environ 50 mètres et présentant des couches de m. 0,07 en moyenne, on aura une hauteur totale de matière argileuse interposée de m. 1,75, chaque couche argileuse

[1] Thoulet J. *Evaluation approchée de la dénudation du terrain crétacé des côtes normandes* (*Comptes rendus. Acad. Sc.*, t. CXXIX, N° 24). 1899.

ayant, comme il a été dit, une épaisseur de mm. 2,5. On conclut que ces m. 1,75 seraient le résidu de la corrosion de m. 25,36 de *scaglia*.

Mais, ainsi que nous l'avons vu, le résidu naturel n'est pas égal à celui que l'on obtient par l'acide chlorhydrique même très étendu; car le premier perd encore, lorsqu'on le traite avec le même acide avec lequel on avait traité la *scaglia*, 35,60 %. On peut donc aisément calculer que les cg. 3715,25 (poids d'un prisme d'argile ayant 1 m² de base, 1,75 de hauteur et un poids spécifique de 2,123) doivent être réduits à cg. 2400,05, qui, ne donnant qu'une hauteur d'environ m. 1,13, seraient en conséquence le résidu de m. 16,39 de *scaglia*.

On arrive donc à cette conclusion que les 50 mètres actuels de *scaglia* auraient été m. 69,39 avant le travail chimique de l'eau entre les couches; ou bien encore que chaque centimètre actuel de *scaglia* aurait été, avant la corrosion, cm. 1,3278.

Pour avoir la hauteur réelle de la *scaglia* avant le commencement de la corrosion, on devrait ajouter à ce chiffre tout ce que la colline a perdu à l'extérieur par la dénudation; mais je ne crois pas qu'il soit possible de faire ainsi un calcul rigoureux; car, à cause de la pente très sensible des versants, il n'est certainement resté en place qu'une très petite partie de l'argile rouge qui a dû se former aux dépens de la *scaglia*, et l'on ne peut pas conséquemment avoir un point de départ précis pour le calcul.

J'ai encore observé que la même argile s'est formée non seulement entre les couches de la *scaglia* et de la roche à *facies* de *biancone*, mais aussi dans les fissures qui se rencontrent dans l'intérieur de chaque couche du prétendu *biancone* et des roches de passage entre celui-ci et la *scaglia*.

Ces fissures, dont les surfaces étaient approximativement régulières au moment de leur formation, sont aujourd'hui parsemées de crêtes et de concavités, et disposées d'une manière telle que les concavités d'une des faces de la fracture correspondent aux crêtes de l'autre, et ont, dans une section perpendiculaire au plan de la fracture, l'aspect des sutures des os du crâne (Pl. XV, fig. B).

Dans la même figure on voit aussi que les fractures plus récentes, dans lesquelles l'eau n'a pas encore eu le temps de corroder, sont marquées par un contact à allure rectiligne.

S. SQUINABOL,

professeur à l'Institut technique royal de Padoue et docent à l'Université.

ZUSAMMENFASSUNG

Herr Professor Squinabol (Padua) ist gegenwärtig mit geologischen Studien über die Euganeen beschäftigt. Die Gegend zwischen Frassenelle und Rovolon, grösstenteils aus *Scaglia* gebildet, hat ihm zahlreiche Beispiele von Karstbildungen geliefert, welche er in dieser Notiz erwähnt. Diese Erscheinungen können in zwei Gruppen geteilt werden : Schlote und Spalten.

Beide sind teilweise mit Verwitterungsprodukten und rotem Mergel angefüllt, welcher hin und wieder Reste von quartären Wirbeltieren und Mollusken aufweist.

U. a. giebt er die Photographie einer in der Nähe des Hauses Papafava befindlichen Spalte wieder, welche mit Gestein angefüllt ist, das nach dem Verfasser nicht als Geschiebe anzusehen, sondern dessen Bildung an dieser Stelle auf Druck und Zersetzung zurückzuführen sei. Ferner hat der Autor beobachtet, dass zwischen den Scagliaschichten beständig Thonschichten eingeschoben sind. Er schreibt die Entstehung derselben einer nach der Bildung der Scaglia stattgefundenen chemischen Einwirkung zu und hat weiter, von der Kenntnis der Gesamtmächtigkeit dieser Thonschichten ausgehend, die Höhe der zersetzten Scagliaschicht annähernd berechnet.

Fribourg (Suisse). — Imprimerie de l'Œuvre de Saint-Paul.

Faille entre la *scaglia* (à gauche)
et la roche à facies de *biancone* (à droite).
Colline de Frassenella.

S. A. D. A. G., GENÈVE.

Vue générale d'une carrière de *scaglia* avec des fractures et un puits rempli en partie d'argile. — Frassenella.

A. Puits dans la *scaglia* de Frassenella.
Environs de la maison Papafava.

B. Puits naturel dans la *scaglia*,
mis à jour par les travaux de carrière.

A. Couches de *scaglia*
avec fausse interstratification d'argile.
Frassenella.

B. Morceau de *biancone* avec des sutures analogues
à celles des os du crâne,
(grandeur naturelle). — Frassenella.

I. — Fasc. 4. Octobre 1900.

Etudes Géographiques

Différences psychologiques et pédagogiques entre la conception statistique et la conception géographique de la géographie économique. Représentations statistiques et représentations géographiques [1].

Vous avez bien voulu approuver hier les conclusions de mon rapport, et la 4me section du Congrès international de géographie économique et commerciale, en demandant que ces conclusions fussent transformées en un vœu, puis en adoptant ce vœu à l'unanimité, m'a donné un encouragement précieux pour les discussions d'aujourd'hui [2]. Je dois aborder ce matin devant vous une question

[1] Le présent rapport, — dont les idées ont été développées au Congrès international de géographie économique et commerciale (Paris, 27-31 août 1900), devant la 4me section (Section de l'enseignement), présidée par M. Augustin Bernard, directeur des *Questions diplomatiques et coloniales*, — a soulevé un débat assez vif; sur le désir qu'en a exprimé la 4me section, j'ai promis de rédiger mon exposé; j'ai fait aussi fidèle que possible cette rédaction qui sera publiée *in extenso* dans le Compte rendu officiel du Congrès; mais l'intérêt géographique de la question est assez évident pour que nous ayons aussi voulu la publier dans une revue géographique en y ajoutant, d'abord des références bibliographiques, puis des citations qui appuient certaines des idées discutées.

[2] Voici quel était le titre de cette communication qui sera également insérée dans le Compte rendu général du Congrès : *Comment l'enseignement de la*

infiniment plus délicate, et je n'ose espérer que l'unanimité de mes auditeurs, cette fois encore, sera d'accord avec moi. Du moins plusieurs d'entre vous, et parmi eux permettez-moi de nommer M. Sieger, professeur à Vienne, ont bien voulu m'exprimer spontanément l'opinion que le débat que je vais soulever portait sur le problème pédagogique capital qui se puisse poser à propos de la géographie économique : je suis sûr que tous, du moins, vous me saurez gré d'avoir amené la discussion sur un des points de méthode qui réclament de nous les réflexions les plus sérieuses et les plus approfondies.

On ne pourra jamais traiter la géographie économique, même dans l'enseignement élémentaire, sans recourir à quelques données statistiques. Mais, à mon sens, les données statistiques tiennent beaucoup trop de place dans l'enseignement actuel de la géographie économique, et risquent parfois d'en compromettre le caractère géographique [1]. L'enseignement de la géographie économique n'est pas et ne doit pas être l'enseignement de la statistique ; cet enseignement, d'après son nom même, doit être avant tout géographique [2]. Il ne m'appartient pas d'établir devant vous une sorte de débat entre la statistique et la géographie ; mais je voudrais du moins vous soumettre quelques réflexions sur les différences que l'esprit du professeur doit faire entre la conception statistique et la conception géographique de la géogra-

géographie. dans certaines Universités allemandes, prépare aux carrières commerciales, Instituts géographiques et Chambres de commerce, et voici le texte du vœu qui a été adopté : « La 4me section émet le vœu que l'enseignement de la géographie, dans les Universités, s'efforce de coopérer au développement et au progrès des carrières extra-universitaires, et qu'il tâche, tout spécialement, de servir à la formation scientifique des secrétaires et fonctionnaires essentiels des Chambres de commerce. »

[1] Je rappelle que je me place ici au point de vue international ; et qu'à considérer l'ensemble des pays européens, cette constatation est malaisément discutable. — « La géographie économique n'est encore, en Italie et à l'étranger, qu'*un arida raccolta di dati statistici* », disait récemment M. F. Porena (*Sul concetto scientifico della geografia economica* dans *Rivista Geographica Italiana,* IV, 1897, p. 296).

[2] Et je ne veux, certes, pas oublier ni négliger les tentatives heureuses déjà faites ; je les oublierais d'autant moins qu'elles correspondent avec une remarquable similitude à ces mêmes préoccupations qui ont déterminé ma communication. Dans l'*Introduction* de sa *Géographie économique de l'Europe* (Paris, Masson), M. Marcel Dubois écrivait : « L'auteur a recherché le moyen de dominer la multitude des faits et des statistiques, non par des lois, mais par des remarques appropriées au caractère particulier de chaque Etat. Il a tâché de rendre un peu vivante la nomenclature, de la raisonner, ce qui semble, en fin de compte, le seul moyen de lui permettre l'accès des mémoires ! » (p. V).

phie économique : de ces différences psychologiques bien comprises, résulteront, il me semble, d'évidentes conclusions pédagogiques.

Je m'abstiendrai ici de vous donner une définition de la statistique : à en croire les statisticiens eux-mêmes, ce n'est pas chose facile [1] ; en tout cas, ce n'est pas ici notre affaire. Je m'abstiendrai également de toute dissertation générale sur la statistique : la statistique ne doit nous intéresser que dans ses rapports avec la géographie économique ou, mieux encore, — je le répète en y insistant, — avec *l'enseignement* de la géographie économique. Ce sont les *résultats* obtenus par cette science indépendante, la statistique, qui doivent être utilisés avec plus ou moins de discrétion, avec plus ou moins de sagacité par le professeur de géographie économique. Il s'agit donc uniquement de la participation pratique de la statistique à l'exposé didactique de la géographie économique [2].

Si nous nous plaçons au point de vue des résultats pratiques, nous pourrons dire : La statistique réussit à rendre comparables *a)* par des évaluations globales plus ou moins approchées, *b)* par des réductions numériques relatives, et *c)* par des représentations graphiques assez simples, des faits ou des séries de faits, entre lesquels il paraît difficile au premier abord d'établir un rapport précis.

Superficies de vastes territoires, populations absolues de divers Etats, etc., voilà d'abord des faits que les méthodes statistiques permettent d'évaluer avec une précision plus ou moins grande ; de même la statistique donne le moyen de comparer l'activité de plusieurs grands ports maritimes par le calcul du nombre des navires qui entrent dans ces ports ou qui en sortent, et par le calcul de leur tonnage, — elle permet d'évaluer le développement respectif de telles et telles cultures dans des pays différents ; — et elle permet enfin d'apprécier avec quelque précision des faits économiques complexes comme le parti qu'a su tirer un pays donné de ses forces hydrauliques naturelles.

[1] Voir E. Levasseur, *La population française. Histoire de la Population avant 1789 et Démographie de la France comparée à celle des autres nations au XIX^me^ siècle, précédée d'une Introduction sur la statistique* (Paris, Rousseau, 3 vol., in-8°, I, 1889 ; II, 1891 ; et III, 1892). I, *Introduction sur la statistique*, p. 1 et 2, et p. 6 et 7. — V. aussi F. Ratzel, *Anthropogeographie*, II, (Stuttgart, Engelhorn, 1891), p. 145.

[2] Le Prof. Ratzel, traitant non seulement de l'enseignement de la géographie économique, mais de la constitution de cette science, a dit, en s'inspirant d'une conception tout à fait semblable à celle que nous défendons : « La statistique ne doit être ici que dans la situation d'une méthode vis-à-vis d'une science. » (*Anthropogeographie*, II, p. 148). Nous recommandons d'ailleurs la lecture des deux chapitres du prof. Ratzel qui touchent à cette question.

En second lieu la statistique, après avoir obtenu avec une approximation plus ou moins grande les nombres totaux généraux concernant ces différents faits, travaille à établir entre eux des rapports plus simples, en réduisant, par exemple, l'évaluation globale de la population d'une région à une évaluation relative par rapport à l'unité de surface : la statistique s'élève ainsi à une conception nouvelle qui est celle de la densité de la population. De même, on calculera pour la population d'une ville quel est le poids du combustible brûlé par tête d'habitant, ou pour la population d'une province quelle est la quantité d'alcool absorbé par tête d'habitant.

Enfin, la statistique s'attachera à représenter les résultats de ces différentes recherches par des graphiques plus ou moins ingénieux et « parlants », par des figures géométriques proportionnelles aux valeurs numériques obtenues, ou par des courbes qui manifestent aisément la continuité d'un phénomène en cours de développement.

Permettez-moi de ramener ainsi à quelques chapitres essentiels toute une science admirable qui a déjà rendu les plus grands services non seulement aux sciences théoriques, mais encore aux sciences sociales ; je simplifie à dessein les procédés principaux de la statistique, car je ne veux envisager ici que les applications ordinaires qui sont faites de la statistique à la géographie économique ; encore un coup, loin de vouloir ici traiter de la statistique en soi, nous ne devons l'étudier que dans son rôle, — subsidiaire pour les statisticiens, mais essentiel pour nous géographes, — que dans son rôle d'auxiliaire de la géographie économique [1].

[1] Les statisticiens, de leur côté, s'acharnent à séparer nettement la statistique de la géographie économique. Qu'on nous permette de citer ici M. Levasseur : « Il y en a d'autres qui considèrent la statistique comme la description de l'état des nations, de leur mode de gouvernement et de leurs ressources ; ils la confondent presque avec la géographie, et particulièrement avec la branche que nous avons désignée sous le nom de géographie économique... Mais la géographie et les sciences sociales empruntent des renseignements à la statistique sans se confondre avec elle et conservent chacune leur indépendance et leur domaine propre, dont une grande partie n'est pas accessible aux investigations de la statistique. » (*La population française*, I, *Introduction sur la statistique*, p. 6 et 7). — Dans un autre paragraphe de son *Introduction sur la statistique* intitulé *Les trois catégories de faits qui relèvent de la statistique*, M. E. Levasseur groupe ces faits comme il suit : 1° *les faits administratifs* : 2° *les faits*, qui, sans être administratifs, *sont enregistrés par l'administration* : (on comprendra aisément que ces deux ordres de faits étant examinés au point de vue administratif et par l'administration ne se trouveront que rarement en correspondance exacte avec les faits géographiques) ; 3° *les faits* qui ne sont *ni administratifs, ni enregistrés par l'administration*... « Il est inutile, dit M. Levasseur, d'insister

A chacune de ces étapes distinctes de la statistique, je désire vous arrêter un instant, et vous demander en quoi la donnée statistique est utile en vérité et en réalité à l'enseignement de la géographie économique.

I

Les cours, même élémentaires, de géographie économique donnent des évaluations globales non seulement de la population et de la superficie des différents *Etats*, mais encore de leur budget annuel, de leur dette publique, etc...

Nous nous attacherons à celles de ces données qui sont vraiment géographiques : les autres sont, on en conviendra, plutôt économiques; et, si l'on était tenté de nous reprocher tout à l'heure de vouloir faire entrer dans la géographie économique des notions qui n'y sont pas généralement comprises, et que d'aucuns voudraient en exclure, nous pourrions observer que la géographie économique a été jusqu'ici une maison bien hospitalière, et que ce serait fort dommage de fermer, — à la géographie même, — une porte qui a toujours été si largement ouverte !

Pour ne parler ici que des évaluations globales de superficie ou de population, que nous est-il resté, je vous le demande, de tous les grands nombres jadis appris ? Notre esprit peut à si grand'peine concevoir et « comprendre » des valeurs numériques qui dépassent quatre ou cinq chiffres [1]. Quelle attention ne nous faut-il pas dépenser, même lorsque nous sommes arrivés à l'âge d'homme, pour percevoir d'une manière continue les différences, pourtant énormes, entre milliers et millions de tonnes, entre millions et milliards de francs..... Et ce congrès en pourrait fournir plus d'une preuve : dans certaines séances, nous avons entendu des économistes éminents faire des rapports sur des questions dont une compétence

pour faire comprendre que les statistiques de la troisième catégorie offrent moins de garantie que celles des deux premières et qu'elles diffèrent considérablement en précision, suivant l'état général des esprits dans le pays, la nature des faits à colliger, la diligence des enquêteurs, les défiances et les intérêts privés des administrés. » (*La population française*, I, p. 19 et 20). On pourrait en inférer que les statistiques qui seraient les plus intéressantes pour les géographes doivent être parfois les moins précises ou les moins sûres.

[1] « La statistique fournit des chiffres qui ont le défaut d'être des abstractions » (E. LEVASSEUR, *La population française*, I, *Introduction sur la statistique*, p. 15).

incontestée les rendait maîtres, et se reprendre parce qu'un simple moment d'inattention dans le discours ou dans la lecture leur avait fait lire ou dire « millions » au lieu de « milliards » ou inversement. Seuls, des hommes inexpérimentés auraient pu attacher quelque importance à de pareilles confusions verbales, d'ailleurs bien vite et bien aisément réparées. Mais rappelons-nous ces petits faits si simples et naturels, quand il s'agira de confier de pareilles évaluations numériques à des esprits d'enfants. Quelle différence veut-on que fasse un enfant entre cent mille tonnes de houille et cent millions de tonnes de houille ? S'il ne peut pas comprendre ce qu'on lui dit, convient-il de le lui dire ? Ce n'est pas en écrasant son esprit qu'on le développera.

L'enseignement, même élémentaire, de la géographie économique ne peut, à coup sûr, se passer de quelques-unes de ces évaluations globales ; et même alors que l'esprit de l'enfant pourrait difficilement les comprendre, — peut-être à cause de cette difficulté même, — serait-il bon de les introduire — mais avec une extrême modération — afin de familiariser progressivement l'esprit jeune avec de telles notions numériques et abstraites. Ici devront entrer en ligne de compte l'âge de l'élève et le caractère de l'enseignement : l'enseignement secondaire et en particulier l'enseignement secondaire commercial ne devra pas observer la même sobriété que l'enseignement primaire. Mais, dans l'un ou dans l'autre de ces enseignements, le professeur ne devra jamais perdre de vue, nous semble-t-il, les considérations précédentes ; il ne devra jamais croire que ces évaluations globales constituent par elles-mêmes toute la géographie économique ; il devra s'efforcer de les rapprocher toujours de la réalité géographique, et s'assurer par une patiente recherche de moyens divers que ces évaluations numériques ne s'accumulent pas dans l'esprit mécaniquement [1].

Il convient tout d'abord de lier étroitement un très petit nombre de ces évaluations globales à quelques réalités géographiques exceptionnellement importantes pour les jeunes gens dont il s'agit : pour de jeunes Français, la population de la France et la superficie de la France, réduites dans l'enseignement primaire à des valeurs en

[1] M. W. Rosier (de Genève), l'homme qui, par ses ouvrages classiques, a le plus activement et pratiquement contribué à la réforme de l'enseignement primaire et secondaire de la géographie dans toute la Suisse romande, et dont l'expérience pédagogique fait autorité, disait en parlant des statistiques : « On peut les porter à la connaissance de l'enfant, mais on ne doit pas en charger sa mémoire. » (*Quelques réflexions sur l'enseignement de la géographie à l'école primaire*, dans le journal *L'Ecole*, 10 décembre 1897, p. 480).

nombres ronds, 38 millions d'habitants, 500,000 kilomètres carrés, serviront de point de départ et de commune mesure pour l'estimation de la population et de la superficie des autres pays ; ce seront là comme des mesures-étalons qui permettront aux élèves d'établir un rapport relativement simple entre des superficies et des populations dont l'évaluation exacte leur serait malaisément accessible, et des valeurs numériques initiales qui correspondent à une réalité géographique dont ils prendront avec l'âge une conscience pratique de moins en moins confuse. — Beaucoup de manuels et beaucoup de professeurs appliquent déjà cette méthode, et cela nous dispense d'y insister davantage.

Outre ces premières évaluations globales, le professeur sera amené à apporter dans son enseignement d'autres évaluations numériques ; mais, parce que l'enfant saisit difficilement la valeur de la réalité concrète à laquelle correspondent de trop grands nombres, il devra, continuant à s'inspirer du même principe, attacher toujours plus d'importance à la valeur relative que des tableaux comparatifs peuvent donner à ces évaluations [1]. Qu'on n'indique jamais seul le chiffre de la population d'une ville, de la longueur d'un cours d'eau, mais que l'on réunisse et que l'on mette en comparaison les chiffres de population de plusieurs villes, les chiffres de longueur de plusieurs fleuves. Un petit tableau simple avec un bref commentaire laissera une impression bien plus juste que ne le ferait la dispersion de ces mêmes nombres.

Nous ne saurions trop insister sur l'importance des tableaux comparatifs remplaçant les indications isolées : les manuels devraient contenir, rassemblées à la fin du volume, des tables de consultation, qui seraient le résumé de toutes les évaluations éparses dans le reste de l'ouvrage ; l'élève devrait être habitué à s'y reporter ; il s'accoutumerait ainsi à la consultation des documents statistiques ; quand on

[1] Parlant de la géographie commerciale, mon collègue, M. Horner, professeur de pédagogie à l'Université de Fribourg, dit avec raison : « Ici, comme dans toutes les autres parties, il faudra savoir se borner. La statistique est nécessaire, mais l'abus en serait aussi fâcheux que celui de la nomenclature. Les chiffres ne vaudront que par la comparaison. » (*L'enseignement de l'histoire et de la géographie dans les Collèges*, Fribourg, Veith., 1895, p. 41). — Et M. V. Deville, dans son *Manuel de géographie commerciale* (Paris, Berger-Levrault, 1893, 2 vol., in-8°), s'est inspiré de ce principe, en ramassant toutes les données commerciales en petits tableaux, en dehors du texte. — Dans la plus récente édition du *Précis de géographie économique*, MM. Marcel Dubois et J. G. Kergomard (Paris, Masson, 1897, in-8°, 843 p.) ont fait de l'application de ce principe une règle méthodique qui prouve, de la part des auteurs, une très heureuse et juste préoccupation pédagogique.

en viendrait à l'enseignement proprement commercial, on pourrait mettre entre ses mains quelques recueils ou documents ; et avec plus d'aisance, il en saurait consulter les tableaux.

Mais ces premiers tableaux de consultation doivent être compris d'une manière très simple et très intelligible ; il faut choisir des unités qui facilitent l'inscription et la lecture des chiffres, exprimer, par exemple, la population des Etats en millions d'habitants et la population des villes en milliers d'habitants, de manière à débarrasser l'œil d'abord, et la mémoire ensuite, de plusieurs chiffres qui, par le fait seul qu'ils sont indiqués (même si ce sont des zéros), sont des obstacles à une comparaison facile entre les divers nombres mis en présence.

Il est beaucoup plus aisé de saisir et de retenir une table simplifiée du type des tableaux B que les tables complètes du type des tableaux A [1] :

Superficie et population des principales régions naturelles de l'Europe.

	Tableau A (Evaluations précises)		Tableau B (Evaluat. simplifiées)	
	Superficie en kil. carrés	Population	Superficie par milliers de kil. carrés	Population par millions d'habitants
			France : 500	France : 38
Plateau finno-scandinave	1.350.000	9.709.000	1.350	10
Iles Britanniques.	315.000	40.257.000	300	40
Europe centrale et occid.	2.156.000	177.368.000	2.150	177
Europe méridionale . . .	1.275.000	59.324.000	1.300	59
Plaine russe	4.391.000	91.915.000	4.400	92
Europe (total). . .	9.487.000	378.573.000	9.500	378

[1] Nous avons emprunté les évaluations numériques des tableaux A au récent travail du Prof. Supan, *Die Bevölkerung der Erde, Periodische Uebersicht über neue Arealberechnungen, Gebietsveränderungen, Zählungen und Schätzungen der Bevölkerung auf der gesamten Erdoberfläche, X, Europa* (*Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft* N° 130, Gotha, Perthes, 1899), p. 2. — Loin de nous l'idée de critiquer la précision admirable d'un pareil travail ni de méconnaître les services très nombreux qu'il peut rendre ; bien au contraire ; mais ce n'est pas là évidemment un ouvrage destiné à l'enseignement élémentaire, et il s'agit ici, nous le répétons encore, de l'enseignement primaire et secondaire. Parmi les évaluations de Supan, nous en avons à dessein choisi quelques-unes qui sont

	Population des régions naturelles de la région : Europe centrale et occidentale.	
	Tableau A (Evaluations précises)	Tableau B (Eval. simplifiées)
	Par unités	Par millions d'habitants France : 38
Zone des plaines basses.	67.690.000	68
Zone montagneuse moyenne.	48.216.000	48
Zone des Alpes	17.424.000	17
Groupe des Karpathes	31.075.000	31
Plaine du Pô	12.963.000	13
Europe centrale et occidentale (total). . .	177.368.000	177

Un commentaire des nombres devra être fait et répété sans relâche ; on devra tendre à tout ramener aux unités initiales que nous avons appelées les « étalons ».

Il restera bien entendu, par des comparaisons fréquentes, à établir une relation aussi concrète que possible entre l'unité choisie pour les villes et l'unité admise pour les Etats, entre les milliers et les millions [1]. — Rattachons, par exemple, la population des grandes villes à celle des Etats de manière à faire la chaîne continue. Si nous sommes en Suisse, et si nous voulons faire comprendre à nos élèves ce qu'est cette colossale, cette monstrueuse agglomération urbaine de Londres, comparons-en la population à la population totale de la Suisse ; disons à ces enfants qui ont une notion au moins approximative de villes comme Berne ou Genève, de ramasser par imagination tous les habitants des grandes villes qu'ils connaissent, Berne, Genève, Bâle, Zurich, Lausanne, d'y ajouter toute la population des petites villes, de prendre encore tous les habitants des campagnes et

rapportées, non pas à des divisions politiques ou administratives, mais à de vastes ensembles *naturels* et à des zones *naturelles*.

[1] Il faut pour cela une méthode suivie, comparable à la méthode qui consiste, en vue de l'établissement d'un atlas classique, à choisir un petit nombre d'échelles-types et à établir des relations simples entre ces différentes échelles ; dans la discussion qui a suivi ma communication, M. Bourgoin, professeur à l'Ecole normale d'instituteurs de la Seine, a ajouté cette judicieuse remarque.

des montagnes, et d'accumuler en un seul point du globe toute cette masse ainsi rassemblée ; ils n'auront encore que la moitié de l'accumulation londonienne. Ces appels incessants à la réalité connue ou aperçue seront encore plus révélateurs que les tableaux numériques les plus expressifs.

On ne doit pas en somme proscrire les évaluations statistiques, mais il faut en user avec ménagement, et toujours chercher à les « encadrer ». — Nous examinerons tout à l'heure comment des représentations graphiques peuvent très heureusement servir à la comparaison des évaluations globales.

Quelles seront cependant les évaluations statistiques qui auront le droit de prendre place dans l'enseignement primaire et secondaire de la géographie économique ? On me répondra naturellement : les statistiques récentes et les statistiques bien faites.

Les statistiques récentes ? Et lesquelles ne vieillissent pas ? — L'alternative est délicate : Toute statistique de population, toute statistique commerciale doit être récente pour avoir une valeur ; or, toutes ces statistiques deviennent bientôt caduques ; elles ne sont plus utiles que parce qu'elles fournissent de précieuses données de comparaison : mais si dans l'enseignement on ne se préoccupe que du nombre pour le nombre, comment faire pour se tenir au courant ? Les ouvrages les meilleurs deviennent, au bout de peu d'années, de mauvais informateurs [1]. — Aujourd'hui et ici, — dans ce Palais des

[1] Fidèle à un principe qui, dans tout cet exposé, restera ma ligne de conduite, je ne veux jamais me prévaloir d'exemples pris dans des ouvrages médiocres ou de documents de valeur discutée. En parlant des livres excellents qui peuvent devenir de mauvais informateurs, me permettra-t-on de dire que je songe en particulier à l'ouvrage capital de KARL VON SCHERZER, *Das wirtschaftliche Leben der Völker. Ein Handbuch über Production und Consum,* (Leipzig, Alphons Dürr, 1885, in-8°, 756 p.), que A. OPPEL (*Uebersichten der Wirtschaftsgeographie, Wirtschaftsgeographische Begriffe und Zahlenwerte,* dans *Geographische Zeitschrift,* II, 1896, p. 95) appelle si justement le « *standard work* » de la géographie économique, ajoutant qu' « aucun géographe ne peut le négliger » ? Mais les géographes qui s'en rapporteraient aujourd'hui aux si nombreuses évaluations numériques de ce livre, paraîtraient bien en retard. — Et pareillement d'ailleurs, ceux qui consulteraient seulement les *premiers* fascicules de cette série incomparable, *Die Bevölkerung der Erde,* que nous citions tout à l'heure. — Tout au contraire, on peut encore consulter avec grand profit les exposés vraiment géographiques soit de l'ouvrage cité de VON SCHERZER, soit, en remontant plus haut, des précieuses *Mitteilungen über den Welthandel und die wichtigsten Verkehrsmittel* que le même auteur avait antérieurement publiées dans le volume VII, 1878, du *Geographisches Jahrbuch* (p. 363-496), soit même de son intéressant premier travail *Statistische-commercielle Ergebnisse einer Reise um*

Congrès et de l'Economie sociale de l'Exposition universelle de 1900, — nous pouvons, il me semble, formuler avec d'autant plus de hardiesse et de franchise de pareilles réserves que nous sommes pour l'instant admirablement outillés en fait de statistiques récentes, et comme entourés ici même de tableaux et de graphiques dressés tout exprès pour être coordonnés à la même heure et partant susceptibles d'études, d'observations, de comparaisons, dont les principes et les conclusions peuvent être exceptionnellement justes. — Mais les résultats de ce grand effort correspondent à un moment précis; ils devront être sans cesse mis à jour; et l'extraordinaire travail que représente ce monument de données comparatives, la circonstance unique en son genre qui a été l'occasion d'une pareille coopération internationale attestent tout à la fois : combien il est difficile de se procurer des statistiques récentes, dont les origines et les dates permettent la confrontation; combien il est compliqué de les avoir à portée, de pouvoir les consulter aisément; et quelle laborieuse besogne représente la seule tâche de les renouveler sans cesse et de les rajeunir.

Les statistiques bien faites ? Mais lesquelles sont bien établies ? Le discernement entre les bonnes et les mauvaises est plus facile aux statisticiens qu'aux géographes. Et, d'ailleurs, ne sommes-nous pas encombrés de nombres de très inégale valeur, de très inégale exactitude ? « Aujourd'hui, la statistique internationale est encore peu avancée », disait, en 1889, M. Levasseur [1] : qui s'en douterait pourtant en consultant la masse des nombres précis (parfois jusqu'à l'unité) qui sont cités dans certains manuels de géographie économique ? Ne donne-t-on pas trop souvent aux élèves l'impression que nous connaissons la population du Brésil avec la même précision que la population de l'Allemagne ? la population de Pékin avec la même approximation que celle de Londres ou de Paris [2] ? N'est-ce pas là un des plus

die Erde, unternommen an Bord der österreichischen Fregatte Novara in den Jahren 1857-1859. (Leipzig, 1867).

[1] *La population française*, I. p. 12.

[2] Nous faisons allusion aux longues discussions qui se sont produites au sujet de la population de Pékin. M. Ratzel cite un exemple analogue : Il fut un temps où l'on se disputait pour savoir si le Bassin du Congo avait 15 millions d'habitants ou s'il en avait 40 millions. » Il ajoute : « Personne alors ne pouvait rien dire de certain sur l'ensemble du Bassin; mais l'on savait déjà que la population va croissant du Sud vers le Nord; l'on savait déjà qu'elle atteint son minimum dans la région de la grande forêt... La question « Où ? » ne doit pas exclure la question « Combien ? » Mais quand je ne peux répondre exactement à la question « Combien ? », il est préférable de m'en tenir à la question « Où ? » qui correspond proprement à l'emplacement géographique. » M. Ratzel dit enfin en forme

grands dangers de l'abus des évaluations numériques, car l'attention du professeur et de l'élève est aisément fascinée par le nombre, et si dans un cours supérieur de statistique on insiste sur la différence qu'il y a entre un « dénombrement » et une « évaluation », entre les « Zählungen » et les « Schätzungen », comment introduire de telles appréciations critiques dans un enseignement élémentaire ? N'est-il pas d'une plus sage méthode critique de supprimer radicalement les renseignements qui reposent sur des évaluations trop vagues ? Au lieu de fournir aux enfants un « nombre » pour la population de Zanzibar, ne vaut-il pas mieux leur raconter l'histoire du voyageur Guillain, qui ayant demandé au sultan de Zanzibar à combien d'habitants environ il estimait la population de son île, en reçut cette réponse : « Comment veux-tu que je le sache, lorsque je ne sais même pas exactement combien de personnes vivent sous mon toit ? » [1].

Evitons à tout prix la fausse exactitude, évitons-en même l'appa-

de conclusion : « Plus je m'appuie sur des chiffres, plus je me rapproche de la statistique, dont l'effort tend à des représentations qui sont le plus possible d'ordre purement numérique, et plus je m'éloigne de la géographie. » (*Die Lage im Mittelpunkt des geographischen Unterrichtes,* dans *Geographische Zeitschrift,* VI, 1900, p. 27).

[1] Voir RATZEL, *Anthropogeographie,* II, p. 150. — Et nous aurions pu, si nous l'avions voulu, pousser la critique encore plus loin, et montrer combien non seulement les « évaluations », mais souvent aussi les « dénombrements » numériques peuvent paraître beaucoup plus exacts qu'ils ne le sont. Nous occupons-nous des statistiques des industries textiles ? Quelle bonne fortune, si nous pouvons appuyer nos dires sur un dénombrement *exact* des broches ! Or, des broches il en est de simples et de multiples ; écoutons plutôt un homme, M. HENRI LECOMTE, dont nous aurons à citer plus tard l'ouvrage sur *Le Coton,* et qui a su fort bien utiliser les statistiques : « Le nombre des broches n'est pas non plus un criterium très sûr de la production. D'abord, la statistique des broches en activité est beaucoup plus difficile à établir que celle des arrivages de coton, car l'effectif des broches d'un pays étant connu, on ne sait jamais combien sont restées inactives. Enfin, la productivité tient beaucoup moins au nombre des broches qu'a leur puissance propre. On a calculé la production d'une filature de 30,000 broches suivant que l'usine a été construite en 1865, en 1871, ou en 1890, et pour cette dernière année suivant qu'elle a été montée en machines *Self-acting* ou en métiers continus..... La statistique des broches est donc une base de calcul dangereuse, dont il ne faut se servir qu'avec circonspection. Et cette observation n'est pas particulière à la France ; elle s'applique à tous les pays manufacturiers » (p. 333). — Tirons seulement de ces réflexions judicieuses la conclusion que la réalité objective est toujours difficile à connaître avec une exactitude absolue, et que dès lors une indication *géographique* générale, vaut, pour la fin que nous poursuivons, tout autant qu'un nombre, ce nombre fût-il en lui-même exceptionnellement exact.

rence. Ne soyons jamais dupes d'un nombre, et à l'aide de nombres ne dupons pas de jeunes esprits qui ne peuvent ni contrôler nos dires, ni contre nous se défendre.

Au reste, ces inconvénients, qui proviennent de la caducité rapide des statistiques les meilleures, et de leur diversité d'origine, d'exactitude et de valeur, disparaissent en grande partie, si l'on interprète avec méthode, comme nous l'avons conseillé, les évaluations numériques, si on ne les fait entrer dans l'enseignement qu'à titre d'auxiliaires, si on les relie soigneusement les unes aux autres, si on cherche toujours à les raisonner et à les expliquer, — et surtout enfin si l'on tâche d'en user en vue même d'une formation effective et pratique de l'esprit.

Est-ce à dire que l'usage modéré et rationnel des grandes évaluations statistiques puisse avoir une valeur psychologique ? Assurément, mais à certaines conditions.

On exige très souvent de l'enfant qu'il apprenne un nombre, plutôt que de lui demander de bien savoir à quelle unité ce nombre est rapporté; il faudrait intervertir les rôles de ces deux parties de tout évaluation globale : avant de lui demander quel est le chiffre de la population de Zurich, il faudrait lui demander quel est l'ordre de grandeur, c'est-à-dire, si ce sont des milliers d'habitants ou des centaines de mille que devra exprimer le nombre précis ; s'il s'agit de la distance entre Paris et Lyon, il faut qu'avant de savoir le nombre, il ait bien nettement conscience si l'ordre de cette grandeur correspond à des centaines et non pas à des milliers de kilomètres. L'ordre de grandeur devrait primer la valeur exacte de l'évaluation de cette grandeur : un enfant qui veut parler d'un homme très grand n'aura pas l'idée d'exprimer sa taille en kilomètres ; combien de fois, au contraire, en évaluant des superficies ou des populations, il aura une tendance à commettre d'énormes erreurs de ce genre !

Voilà comment l'enseignement de la géographie économique ne peut acquérir une vraie valeur de l'usage rationnel des évaluations numériques que s'il est accompagné de ces exercices élémentaires sur les mesures et sur les dimensions qui doivent être l'un des premiers objets de l'enseignement géographique en général.

Dresser l'esprit de l'enfant à *mesurer* avec une certaine justesse ! Quel problème pédagogique difficile ! Et combien d'esprits d'hommes mûrs auraient besoin, eux aussi, d'une discipline qui les formât un peu mieux à cette appréciation !

L'enseignement de la géographie peut avoir, à ce point de vue, un rôle particulièrement fécond. Si un enfant de 10 ans se rendait

généralité des terres ; *en moyenne*, la profondeur des cavités marines est de 4,000 m., tandis qu'en *moyenne* la hauteur des terres n'est que de 700 m. — Telles sont des *évaluations générales moyennes* qui complètent en somme les évaluations générales précédentes, et qui, parfois, corrigent les généralisations trop hâtives que celles-ci pourraient naturellement déterminer.

Mais ces calculs des moyennes ne sont pas seulement utilisés pour compléter et améliorer les évaluations les plus générales, elles s'appliquent aussi à des réalités beaucoup plus restreintes ; quel usage convient-il alors d'en faire dans l'enseignement ? Sera-t-il opportun d'apporter aux élèves de l'enseignement primaire ou secondaire une valeur abstraite telle que l'altitude moyenne de la France ? et ne vaudra-t-il pas mieux combattre cette généralisation déjà trop naturelle qui tend à rendre comparable en élévation les monts de Bretagne et les monts d'Auvergne, simplement parce qu'ils sont classés sous une même étiquette ? Ne vaudra-t-il pas mieux insister sur la différence énorme de relief entre deux régions de cet ordre ? Telle est la question nettement posée au point de vue pédagogique.

Un enseignement vraiment géographique doit toujours conduire l'esprit à l'observation et à la considération de la réalité. Et certaines moyennes, au lieu de correspondre à une réalité existante, créent une notion abstraite pouvant « étiqueter » collectivement des réalités différentes [1]. Voici deux pays qui reçoivent une même chute moyenne

[1] « Sous le nom des moyennes, les mathématiciens et les statisticiens comprennent des résultats divers que l'on peut, cependant, caractériser d'une manière générale par la définition suivante : « La moyenne est en quelque sorte la *résultante* intermédiaire et *unique* d'un certain nombre de grandeurs connues. » (E. LEVASSEUR, *La population française*, I. *Introduction sur la statistique*, p. 38.) Nous nous sommes permis de souligner les deux mots *résultante* et *unique*, qui montrent bien que la préoccupation des statisticiens qui calculent des moyennes doit forcément différer de la préoccupation des géographes qui cherchent à rendre compte de la réalité *multiple* et *variée*. — « L'anthropogéographie, écrit de son côté RATZEL, a cela de commun avec la statistique qu'elle étudie comme elle les phénomènes de la vie des peuples et qu'elle cherche à découvrir en eux quelque loi. Mais dans ces deux sciences la manière de procéder est très différente. Les pensées géographiques s'ancrent au lieu. A leur tour, elles ont comme une longueur et une largeur géographiques, elles sont en relation avec la côte, avec l'intérieur, avec les montagnes et les fleuves. Quand je nomme un lieu, une sorte de carte m'apparaît à l'esprit, une carte aux contours légers, sur laquelle mon souvenir situe ce lieu à la place exacte, hélas ! souvent aussi à une place inexacte. C'est pour cela que dans les abstractions, qui n'ont pas de rapport direct avec un lieu, il réside quelque chose de non-géographique. Il sera donc toujours beaucoup plus important en géographie de détailler les cas particuliers d'un phénomène et

annuelle de pluie $0^m,75$: ces deux régions peuvent être, au point de vue de la pluie, c'est-à-dire au point de vue qui a présidé au calcul de la moyenne, non seulement dissemblables, mais essentiellement différentes : si ces $0^m,75$ de pluie tombent dans un cas en février, mars et avril, et dans l'autre en août, septembre et octobre, combien ces deux pays qui ont, de par le calcul des moyennes, un climat analogue, se trouvent avoir dans la réalité géographique des climats distincts ! ni le régime atmosphérique, ni la végétation spontanée, ni l'activité culturale ne se ressembleront ici et là. Au contraire, entre deux régions, qui recevront l'une $0^m,75$, et l'autre, $0^m,90$, durant l'année, ***mais aux mêmes époques de l'année***, la ressemblance réelle et géographique pourra être beaucoup plus grande. Dès lors, pourquoi faire intervenir une notion de moyenne qui ne peut que fausser l'intelligence de la réalité ? — La considération des moyennes mensuelles, parce qu'elle est plus rapprochée des faits réels, sera le correctif indispensable des moyennes annuelles.

J'ai choisi d'abord un exemple de géographie physique, pour bien montrer que le problème pédagogique débordait les limites de la géographie économique ; mais les exemples économiques seront aussi probants. Trois contrées ont la même densité de population, mais l'une est recouverte de très petits villages ou de simples fermes nombreuses et disséminées ; une autre, de gros villages, de petites villes plus éloignées les unes des autres, mais sans habitations éparses entre les villages ; une troisième enfin, ne porte qu'une grande ville entourée d'une région très peu peuplée, presque déserte. Il est certain qu'au point de vue du peuplement, au point de vue de l'homme habitant la terre, ces trois contrées représenteront des combinaisons de la réalité sensiblement différentes ; et il sera moins intéressant, au double point de vue psychologique et pédagogique, de rassembler ces trois types sous une même catégorie de moyenne numérique, que de faire sentir et comprendre combien ces trois types représentent des modes différents de groupement humain et des modes différents d'activité économique [1].

de chercher à les localiser, que de les réunir sous la forme d'une somme qui a l'unique valeur d'une moyenne pour les opposer à d'autres calculs, fussent-ils les plus ingénieux. » (F. RATZEL, *Anthropogeographie*, I, 2. Auf., p. 104).

[1] M. E. LEVASSEUR dit très judicieusement : « Un département ne représente, d'ordinaire, ni une région naturelle, ni même une région économique ; aussi trouve-t-on souvent, d'un arrondissement et même d'un canton à l'autre, des différences considérables sous le rapport de la densité. Dans le département du Gard, par exemple, l'arrondissement d'Alais, avec ses houillères et ses usines,

Il peut donc y avoir des moyennes qui expriment d'une manière heureuse et résumée des réalités naturelles, mais il en est d'autres qui, éloignées elles-mêmes des réalités naturelles, pourraient plutôt détourner l'esprit de l'élève de l'observation des choses concrètes. Une certaine prudence est donc à recommander dans le choix des moyennes qui devront être introduites dans l'enseignement de la géographie économique.

Nous indiquerons d'une manière générale et résumée les cas où les moyennes, s'écartant par trop des valeurs réelles, doivent être plutôt réservées pour d'autres domaines d'étude que les études géographiques :

a) Si l'on compare des valeurs de nature différente, il est manifeste que d'établir entre ces valeurs un rapport numérique précis est doublement faux, au point de vue abstrait et au point de vue concret, au point de vue mathématique et au point de vue géographique. Je suis heureux de laisser la parole à M. Marcel Dubois, qui peut d'autant mieux être appelé en témoignage dans le présent débat, qu'il doit ici même ce soir, en séance générale, traiter de l'enseignement

renferme 100 habitants par kilomètre carré, tandis qu'à côté, l'arrondissement montagneux et agricole du Vigan n'en a que 41 ; dans les Bouches-du-Rhône, près du petit arrondissement de Marseille, qui a 632 habitants par kilomètre carré, le grand arrondissement d'Arles, qui comprend les solitudes de la Crau et de la Camargue, en a seulement 36 ; dans la Seine-Inférieure même, l'arrondissement tout agricole de Neufchâtel en a 50 contre 232 et 272 que renferment ceux de Rouen et du Havre. La densité moyenne, qu'il s'agisse d'un Etat, d'un département ou d'un arrondissement, est une notion sommaire qu'il est utile de posséder ; mais il est bien rare qu'elle s'applique réellement et uniformément à toute la surface de la contrée. Certains départements agricoles de l'ouest, dans lesquels les fermes sont très disséminées et qui ont peu de population agglomérée au chef-lieu de la commune, se rapprochent quelque peu de cette uniformité ; mais les départements en partie industriels et en partie agricoles s'en éloignent considérablement. A mesure qu'on examine de plus près la distribution des habitants sur le sol, en calculant et en comparant les densités sur des étendues plus petites, on voit, pour ainsi dire, la population se concentrer davantage sur des points déterminés. Sous l'empire de divers mobiles, elle s'agglomère et se cristallise, pour ainsi dire, comme le ferait de la matière cosmique autour de certains noyaux de condensation ; ces noyaux exercent d'ordinaire une attraction d'autant plus puissante qu'ils sont eux-mêmes plus considérables. Distinguons d'abord, dans notre analyse, les communes urbaines et les communes rurales. » (*La population française*, I, p. 422.) Et voir p. 426 et 427, 2 cartons : fig. 34. *Répartition des communes dans l'arrondissement d'Arras* ; et fig. 35, *Répartition des communes dans l'arrondissement d'Arles*. — Ces mêmes exemples ont été repris par RATZEL : *Anthropogeographie*, II, fig. 14, *Ungleichmässig verteilte Bevölkerung (arrondissement d'Arles)* (p. 428) ; et fig. 15, *Gleichmässig verteilte Siedelungen (arrondissement d'Arras)* (p. 429).

de la géographie économique : « On a coutume, dit-il, dans les études économiques, de comparer par catégories les moyens de communication des Etats dont on veut établir les rangs : par exemple, tel auteur, examinant la condition des réseaux de voies ferrées en Europe, conclut, du rapport qui existe entre la longueur des lignes et la superficie ou la population du pays, à la bonne ou mauvaise condition des transports, et le classe, d'après ce critérium, à un rang bas ou élevé. Or, rien n'est plus artificiel que ce mode de comparaison. Appliquer la même mesure à l'Espagne, presque privée de voies navigables, et à la Hollande coupée d'admirables canaux, c'est commettre un contre-sens géographique : les voies ferrées sont le mode principal de transport pour l'Espagne, le mode secondaire pour la Hollande. Il n'y a de comparaison valable et légitime que celle qui étudie les rapports entre les systèmes complets de voies de communication de chaque pays, navigation, cabotage, canaux, voies ferrées. Bien plus, le géographe qui compare, en considérant leur seule longueur, des voies de même nature, risque souvent de se tromper. Peut-il comparer un kilomètre des canaux hollandais, larges et profonds comme une Néva ou une Volga, avec un kilomètre de certains canaux des régions houillères d'Allemagne où l'on n'a pas un mètre de tirant d'eau ! De même, telle ligne de chemins de fer compte deux, trois ou quatre voies, souvent davantage dans les pays d'industrie intense : la comparerez-vous gravement avec une ligne où la voie est unique, et souvent fort étroite ? Autre erreur. Il arrive parfois qu'en étudiant les questions de concurrence des grandes lignes internationales, on se contente d'ajouter bout à bout les longueurs kilométriques données par les indicateurs pour proclamer l'avantage de la ligne qui compte le plus petit nombre de kilomètres entre deux points donnés. Or, on néglige la question des pentes qui diminue les vitesses, accroît la dépense de combustible; un train parcourra plus vite et à meilleur compte 1,200 kilomètres en pays de moyen relief, que 900 kilomètres en terrain accidenté, sur des rampes, sur des courbes dangereuses. Avant de raisonner, le compas et l'indicateur à la main, on devrait toujours s'assurer que l'on compare des quantités de même nature ! » [1].

b) Il peut être aussi dangereux de rechercher la valeur moyenne d'une série de termes, rangés nominativement dans la même catégorie, mais dont les extrêmes sont si éloignés, dont les types les plus grands

[1] ***Géographie économique de l'Europe*** (Paris, Masson). *Introduction*, p. VIII et IX.

et les plus petits sont si différents, que de les « résumer » à l'aide d'une valeur numérique moyenne, c'est encore fausser la réalité.

Un des hommes qui ont le plus heureusement traité de ce cas est M. Pierre du Maroussem, dans son livre si plein d'idées et si suggestif, qui est comme l'essence de ses nombreuses études antérieures, et que doivent connaître tous ceux qui s'occupent des méthodes économiques et sociales : *Les Enquêtes, Pratique et théorie* [1]. Il choisit l'exemple très clair d'une escadre; cette escadre est composée de navires armés et habités ; que représenterait la valeur moyenne de tonnage par navire ? du nombre de canons par navire ? du nombre d'hommes par navire ? Il faut d'abord distinguer trois catégories : 1° cuirassés, 2° croiseurs, 3° torpilleurs. Bien plus, au lieu de chercher le type moyen d'une seule de ces catégories, de celle des cuirassés, par exemple, M. du Maroussem conseille ce qu'il appelle la méthode de l'*échantillonnage*: après avoir classé les cuirassés par ordre de grandeur, vous prendrez le plus grand, le plus petit, et un troisième type intermédiaire ; et par ce *triple échantillonnage,* vous aurez tout à la fois une connaissance précise des extrêmes et une connaissance précise d'un type intermédiaire [2]. Evidemment, les réflexions méthodologiques de M. du Maroussem s'appliquent avant tout à la recherche et à l'étude personnelles ; mais de ces réflexions, on peut aussi tirer le plus grand profit au point de vue de l'enseignement; lorsque les types extrêmes seront de nature ou seulement de dimensions difficilement comparables, que le professeur choisisse des types particuliers, des échantillons significatifs, plutôt que de recourir par une moyenne à une simplification excessive et erronée de la réalité.

c) Il est enfin des cas où le calcul d'une moyenne est complètement inutile, et ne présente aucun intérêt. Permettez-moi d'emprunter un exemple à un ouvrage récent, et qui, par ailleurs, est remarquable (je ne veux citer ici, pour en critiquer quelques détails, que des ouvrages sérieux et estimés, car la discussion présente doit rester sur le terrain de la critique la plus consciencieuse). M. Paul Meuriot a consacré un volume à l'étude des agglomérations urbaines dans l'Europe contemporaine [3], et son livre est précieux à consulter. — Après quelques réflexions *géographiques* concernant la situation et l'emplacement des principales villes sur le grand plateau mollassique

[1] Paris, Alcan, 1900. Bibliothèque générale des sciences sociales.

[2] *Ouvr. cité,* p. 15 et 16.

[3] P. Meuriot. *Des agglomérations urbaines dans l'Europe contemporaine.* Paris, Belin, 1897, in-8°, 475 p.

de la Suisse, l'auteur fait remarquer que la cote moyenne de quatre de ces centres urbains (Genève, Lausanne, Berne et Zurich) est à 443 m. Heureusement, l'auteur ajoute en note les altitudes réelles : Genève à 379 m., Lausanne à 489 m., Zurich à 412 m. et Berne à 538 m. Eh bien ! je vous le demande, quand il s'agit de quatre seules villes, et dont aucune n'est à l'altitude regardée comme l'altitude moyenne, quel intérêt y a-t-il à créer ainsi une valeur numérique abstraite ne correspondant à aucune réalité [1] ?.

Aussi bien la statistique elle-même se fait-elle de plus en plus géographique : le calcul de la densité de la population élimine, par exemple, les grandes villes comme constituant un élément qui n'est pas comparable avec les autres ; d'un autre côté, on détachera de l'ensemble de la population d'un Etat, pour les étudier à part, ces masses agglomérées qui dépassent 10,000 au 100,000 habitants, et on les comparera les unes avec les autres dans les divers pays.

Classer et sérier ainsi les faits avant de les compter ou de les évaluer numériquement, voilà bien ce que nous demandons pour l'enseignement de la géographie économique, et rien ne peut mieux nous convaincre de la légitimité de cette exigence pédagogique que l'exemple donné par les statisticiens eux-mêmes [2]. Jusqu'ici, l'enseignement de la géographie économique emprunte trop souvent les données statistiques les moins géographiques ; tout ce que nous demandons c'est que, parmi les moyennes si ingénieusement et habilement obtenues par les statisticiens, on fasse choix de celles uniquement qui se rapprochent de la réalité géographique.

Le géographe doit avant tout se préoccuper des faits ordinaires, des faits courants. En géographie, les plantes dominantes importent plus que les plantes rares, et la végétation, plus que la flore. Pour les faits économiques, il en est de même : il importe moins de connaître le rendement exceptionnel d'un hectare particulier que le rendement généralement obtenu ; il importe moins de connaître, pour un pays donné, la récolte exceptionnellement abondante ou médiocre d'une année anormale, que la récolte coutumière et, pour ainsi dire, normale. On aperçoit aisément qu'en des cas de ce genre, le calcul des moyennes, s'il porte sur assez de termes et si les nombres

[1] *Ouvr. cité*, p. 72. On pourrait dire encore, en rattachant ce cas au cas précédent : Il y a entre ces 4 villes des différences telles que la moyenne n'a pas une signification vraiment représentative.

[2] Voir notamment l'ouvrage de P. Meuriot, dont nous parlions ci-dessus.

se rapportent à une unité assez homogène, pourra correspondre en réalité au fait économique qui peut être regardé comme le fait ordinaire et courant; la valeur moyenne arrive ainsi à fournir une évaluation numérique du phénomène réel qui nous intéresse; et, toutes les fois qu'il pourra y avoir correspondance entre le phénomène ordinaire et la moyenne numérique, il va sans dire que la géographie économique et l'enseignement de la géographie économique auront tout profit à rapprocher ces deux données et à les confirmer l'une par l'autre.

La méthode numérique des moyennes, légitimement tenue en si grand honneur par les statisticiens, peut, en résumé, fournir des nombres ayant une indiscutable valeur géographique; mais, encore là, le professeur doit faire preuve d'esprit critique et discerner parmi la masse des résultats obtenus ceux qui représentent le plus exactement des réalités.

III

La statistique excelle à figurer, à représenter par des graphiques les valeurs numériques. Les statisticiens ont compris, tout les premiers, combien il était difficile d'acquérir la conception d'un grand nombre et combien il était malaisé d'établir entre plusieurs grands nombres un rapport simple. De là ces rectangles, ces cercles, ces courbes et tout ce jeu de figuration sensible que l'on appelle les *diagrammes* et les *cartogrammes* [1].

Toutes les réflexions précédemment exposées sont, au fond, un plaidoyer en faveur de ces méthodes de représentation graphique: mais en ce domaine encore le professeur de géographie économique devra faire un choix.

Si nous demandions, plus haut, que les valeurs numériques ne fussent jamais présentées que rapprochées les unes des autres, nous ne saurions trop reconnaître maintenant l'efficacité pédagogique de ces graphiques ou de ces diagrammes qui ont précisément pour but de déterminer par le moyen de l'œil, entre des valeurs diverses, une comparaison rapide, exacte, je dirai presque brutale: et les atlas

[1] Voir E. Levasseur, *La statistique graphique* dans le volume intitulé *Jubilee of the statistical Society of London*, 1885. Voir aussi, pour tous les principes élémentaires et essentiels, Georg von Mayr, *Gutachten über die Anwendung der graphischen und geographischen Methode in der Statistik*, 1874.

classiques les plus scientifiques et les plus modernes, l'atlas Vidal-Lablache et, encore plus, l'atlas Schrader dans ses grandes pages de texte parsemées de schémas et de croquis, ont très heureusement usé de ces procédés [1].

Il convient de faire ici une place à part à un mode de représentation qui n'est peut-être pas encore assez généralement utilisé dans les classes et qui, à mon sens, a une valeur géographique plus spéciale : ce sont les courbes. Les courbes ont, en effet, le grand mérite de rendre les variations d'un même phénomène et de figurer avec évidence la marche de ce phénomène. Rien n'est immobile dans le monde de la géographie économique ; et si l'énumération de valeurs statistiques abstraites peut avoir l'inconvénient de donner l'impression que ces phénomènes sont fixes et pour ainsi dire figés à toujours, la représentation par les courbes présente l'avantage pédagogique de produire *ipso facto* l'impression inverse. C'est une autre part de la réalité que cette modification perpétuelle qu'elle subit, et la courbe en peut être l'image fidèle. L'accroissement d'une ville comme Paris ou Berlin sera très facilement rendu par une courbe, et une courbe sera plus éloquente que bien des commentaires pour montrer la ville de Johannesbourg, née le 20 septembre 1886 et atteignant, dix ans après, plus de 100,000 habitants [2]. La même méthode devra être employée pour figurer le développement du trafic d'une ligne de navigation, le développement de la production en céréales d'un territoire donné, etc.

Mais toutes ces représentations, et surtout les diagrammes, ont une physionomie un peu trop abstraite, et les statisticiens l'ont bien compris : ils ont fait des efforts pour rapprocher leurs modes de représentation de la réalité géographique ; ils se sont bien rendu compte que leurs représentations étaient trop exclusivement statistiques, et, pour les faire plus géographiques, ils ont voulu les combiner avec les cartes. Nous avons ainsi vu naître des représentations graphiques comme celles qui expriment l'importance absolue et relative du trafic des voies ferrées ou des canaux par des bandes colorées accompagnant sur la carte même ces lignes de communications et

[1] Sur l'utilité de ces graphiques, et sur leur rôle dans l'enseignement, les conclusions adoptées par la récente assemblée générale des Maîtres secondaires du canton de Vaud (29 sept. 1900) se sont trouvées tout à fait conformes à nos propres opinions : Voir le Rapport de M. Louis Poirier-Delay, p. 55, *Enseignement de la géographie* (Montreux, 1900), qui s'appuie à maintes reprises sur les études de M. E. Béranecк, maître au Collège cantonal, études publiées dans *L'Educateur* des 15 et 22 sept. 1900 (*La géographie et son enseignement*).

[2] Recensement du 15 juillet 1896 : 102,078 habitants.

proportionnelles en largeur aux valeurs numériques [1] : est-il besoin d'ajouter que c'est là un grand progrès au point de vue géographique ? De leur côté, les géographes se sont efforcés de traduire sur leurs cartes quelques-unes des évaluations numériques par des procédés plus ou moins ingénieux : sur les cartes murales Vidal-Lablache, et sur ces mêmes cartes adaptées par Rafael Torres Campos aux pays de langue espagnole, les dimensions de la lettre sont approximativement proportionnelles aux valeurs numériques. Récemment, un géographe allemand, le professeur A. Hettner, le directeur de la *Geographische Zeitschrift* proposait un moyen de figurer graphiquement sur les cartes, d'une manière approximative, les valeurs numériques des populations urbaines [2]. Il résulte de ces faits que statisticiens et géographes cherchent, les uns et les autres, à transporter d'une manière effective sur les représentations graphiques de la réalité géographique qui sont les cartes, ces représentations statistiques graphiques qui loin de la réalité, figurées à elles seules, paraissent trop froides, trop inertes. Dans ce sens doivent être cherchés les perfectionnements en vue de l'enseignement de la géographie économique.

Il est d'autres représentations graphiques qui usent aussi des cartes, mais maladroitement et à contre-sens. La carte, pour certains statisticiens, n'est qu'un cartogramme ou qu'une occasion de cartogramme : au lieu d'adapter les représentations graphiques statistiques à la réalité figurée sur les cartes, on superpose les premières à la seconde sans rechercher une mise au point logique ; et c'est ainsi que des rectangles ou des cercles, au lieu de s'aligner ou de se grouper les uns à côté des autres sur une feuille indépendante, se trouvent portés et dispersés sur une carte géographique. De telles représentations paraissent acquérir ainsi un caractère plus géographique : en réalité, c'est une illusion : il

[1] Au sujet des bandes proportionnelles aux *Recettes brutes des chemins de fer*, au *Mouvement des voyageurs transportés sur les chemins de fer français*, au *Tonnage des chemins de fer français*, au *Tonnage des voies navigables*, voir notamment la collection de l'*Album de statistique graphique* publiée par le Ministère des Travaux Publics, Paris, Imp. Nat. in-4°.

[2] M. Hettner a exposé cette idée de figuration graphique, l'an dernier, au Congrès international de géographie de Berlin. Il a publié sa communication *Ueber Bevölkerungsstatistische Grundkarten* dans la *Geographische Zeitschrift*, VI, 1900, avril, p. 185-193, avec une carte spécimen dressée par le Dr C. Uhlig. — Voir encore pour des faits voisins de ceux-ci, également liés à la géographie urbaine (dimensions et activité des ports, étendue des docks, etc.), les ingénieuses représentations de Paul Langhans, sur sa carte : *Die wirtschaftlichen Beziehungen der deutschen Küsten zum Meere*, à 1 : 1.500.000 (*Petermanns Mitteilungen*, XLVI, 1900, Tafel 10).

y a là une fausse apparence, et c'est contre cette espèce de déguisement géographique que je voudrais mettre en garde les professeurs de géographie économique. J'irai prendre encore dans un ouvrage de première valeur un exemple typique. — Vous connaissez tous le Bureau fédéral de statistique suisse, qui est l'un des mieux organisés de l'Europe et qui publie un *Statistisches Jahrbuch* très estimé et admirablement disposé. Ce bureau de statistique a interrompu en 1897 sa publication coutumière de l'*Annuaire* pour publier un *Atlas graphique et statistique de la Suisse* résumant sous une forme, parfois très heureuse et toujours claire, les principales données économiques et statistiques qui intéressent la Suisse [1]. Mais cet atlas montre, en quelques-unes de ses cartes, combien les statisticiens peuvent devenir indifférents à la réalité géographique par la figuration des données réelles à contre-sens de la réalité. La carte XIV *b* représente les produits importés par la Suisse, et les rectangles qui représentent les quantités de ces produits sont « installés » sur les pays d'origine. Or, le rectangle représentant les blés importés de Russie en Suisse s'étale en pleine Sibérie septentrionale, sur l'Iénisseï, bien à l'est de l'Ob-Irtych ; le rectangle représentant le coton importé d'Egypte est placé tout entier au Sud et en dehors du Delta du Nil. A quoi sert cette pseudo-figuration géographique si les blés de Russie ne correspondent pas à la zone des Terres-Noires, si le coton égyptien est exclu du Delta ? L'élève qui considère ces cartes ne tirera aucun profit de la représentation géographique ajoutée aux diagrammes statistiques ; ou si, consciencieux, attentif, il garde un souvenir précis de la place occupée par les cartogrammes, il ne pourra en emporter qu'une notion géographique très erronée. Il y a donc là une vraie duperie et qui n'est pas sans danger. Si les représentations cartographiques ont un sens et une utilité, c'est à la condition de représenter les phénomènes terrestres là précisément où ils se produisent. Le seul mot de « carte » doit immédiatement impliquer localisation géographique des faits ; et, si l'on use de cartes, est-ce trop demander que d'exiger qu'il ne soit pas dérogé aux principes essentiels de toute cartographie rationnelle ? Les diagrammes peuvent être excellents, je le répète, mais qu'on ne les superpose pas à des cartes ; car, nous devons maintenir aux représentations cartographiques leur valeur et sauvegarder leur rôle pédagogique.

Les faits économiques sont susceptibles d'être représentés par de vraies cartes, et je pourrais vous en citer des exemples démonstratifs :

[1] Cet ouvrage a un double titre et un double texte, en allemand et en français. Bern, Stämpfli, 1897, in-8°, XXVI-96 p., et XVIII planches.

la carte de *La culture du coton dans le monde*, à 1 : 92.500.000 (avec 3 cartons : *Etats-Unis, Basse-Egypte, Inde*) [1] que MM. A. Lederlin et L. Gallois ont publiée comme annexe de leur article : *La culture du coton dans le monde :* deux ou trois teintes indiquent les zones de culture intense et les zones de moindre culture; — la carte de *La production de la soie dans le monde*, à la même échelle que la précédente, (avec 8 cartons : *Chine centrale, Japon, Canton, Bengale, Syrie, Anatolie, Italie, France*) [2], que M. V. Groffier, professeur de géographie économique à l'Ecole supérieure de commerce et de tissage de Lyon, a dressée pour illustrer son étude sur *La production de la soie dans le monde :* encore ici, un jeu de teintes distingue d'une part les régions des soies cultivées et celles des soies sauvages, et d'autre part, les zones de production très intense et les zones de moindre production; pour dresser le carton consacré à la France (à 1 : 2,200,000) on a calculé la production par canton, et on est arrivé à un résultat ayant une véritable portée géographique; — la carte de *La culture de la pomme de terre dans le monde*, et la reproduction de la carte de Siewers, *Répartition superficielle de la pomme de terre en Allemagne* que M. J. Machat a données comme illustrations de son étude sur la pomme de terre dans la *Revue générale des sciences* [3]; — de même encore M. Henri Lecomte dans son ouvrage sur *Le café, culture, manipulation, production* [4], s'est efforcé d'interpréter géographiquement les données statistiques; p. 264-265, nous trouvons des cercles représentant la production en café des principaux pays producteurs; mais au-dessus de cette série de cercles, l'auteur a placé une carte générale du globe sur laquelle se trouvent « localisés » les faits essentiels se rapportant à la production du café : la carte est, à coup sûr, à très petite échelle et ne peut comporter une extrême précision : combien, cependant, les graphiques situés sur la partie inférieure de ces pages prennent de valeur et d'expression en se trouvant traduits géographiquement sur la carte de la partie supérieure! etc. — Nous ne pouvons prolonger cette énumération, mais si l'on veut savoir comment les données de la statistique, le plus rigoureusement condensées et comparées, peuvent aboutir à des *cartes* d'ensemble, nous renverrons à ce précieux *Atlas* de 79 cartes en couleur que

[1] *Annales de géographie*, VII, 1898, pl. VIII.

[2] *Annales de géographie*, IX, 1900, pl. II.

[3] 1898, 15 janvier, p. 23-32 : on trouvera les deux cartes dont nous parlons p. 24 et p. 28.

[4] Paris, Carré et Naud, 1899.

M. Th. ENGELBRECHT vient de publier comme 3me partie et 3me volume de son grand ouvrage : *Die Landbauzonen der aussertropischen Länder, Auf Grund der statistischen Quellenwerke dargestellt* [1]. Avec un souci particulier, l'auteur a figuré les *limites* de telle ou telle culture ; et voilà bien où se reconnaît et se manifeste la préoccupation géographique. — Enfin, puisqu'il s'agit pour nous avant tout de l'enseignement, je vous signalerai comme recueil d'excellentes cartes d'enseignement pour la géographie économique le *Petit Atlas commercial* de PAUL LANGHANS : c'est un ouvrage général, essentiellement classique, et dont les cartes ne sont pas statistiques [2].

Voilà des modèles cartographiques de représentations vraiment géographiques, et l'enseignement de la géographie économique doit s'inspirer de pareils modèles.

Au reste, certaines cartes statistiques elles-mêmes peuvent avoir une valeur plus géographique que les cartes portant de simples diagrammes : ce sont celles qui représentent, par des teintes uniformes, s'étendant à tout l'ensemble d'unités politiques et administratives, les valeurs numériques obtenues par le calcul des moyennes. Une réserve générale s'impose avec évidence : tant valent ces moyennes, tant vaudront, au point de vue géographique, les cartes qui les exprimeront; si la densité de la population est exprimée par une moyenne générale pour toute la France, et représentée, sur une carte de France, par une seule teinte uniforme, il est certain que nous serons assez loin des phénomènes variés de la réalité, mais, si les unités administratives sur lesquelles porte la moyenne au lieu de correspondre à une grande unité politique, correspondent à des unités administratives assez petites, départements ou, mieux encore, arrondissements, une carte d'ensemble représentant, par un jeu de teintes habilement distribuées, les diverses moyennes de toutes ces petites unités, donnera une impression globale plus en rapport avec la réalité ; et, si nous imaginons une carte ainsi faite avec une ingénieuse interprétation critique, comme la remarquable carte de M. V. Turquan,

[1] Berlin, Dietrich Reimer, 3 vol., in-8°, 1898, 1899. Au sujet des *limites* dont nous parlons, voir les cartes 4, 5, 6, 7, 8, 9, etc.

[2] P. LANGHANS, *Kleiner Handelsatlas für Lehranstalten, sowie zum Selbstunterricht*, Gotha, Justus Perthes, 1895 ; le prix en est modique : 2 marks. Mon ami, M. JULES NEPPER, directeur du Collège commercial de Fribourg, m'a dit combien il était satisfait de l'usage qu'il faisait de cet *Atlas* dès les premières classes commerciales. Il est regrettable seulement que cet *Atlas* ne soit pas complété par quelques cartes générales de la distribution des températures, des pluies, de la population, etc.

nous obtiendrons une carte à base statistique d'une véritable éloquence géographique [1].

Il n'en reste pas moins vrai qu'une véritable carte géographique de la densité de la population devrait reposer sur des moyennes qui porteraient elles-mêmes sur des régions naturelles assez homogènes, sur de vraies unités géographiques.

Nous nous arrêterons un instant sur le sens relatif de cette expression « unités géographiques ». Plus grand est l'espace qu'on envisage, moins la vue peut être et doit être minutieuse. Plus étendue est la zone qu'on considère, plus étendues seront aussi les régions naturelles qui constitueront par rapport à l'ensemble les unités géographiques. Si nous considérons parmi les régions volcaniques de la France centrale le seul Cantal, nous y distinguerons de petites régions naturelles, telles que la Planèze; si notre vue porte sur l'ensemble de ces régions volcaniques, le Cantal tout entier constituera par rapport à cet ensemble une région naturelle; si nous envisageons tout le Massif central, les masses volcaniques d'âges divers et de formes diverses qui s'étendent du Cantal jusqu'aux Puys acquerront, si l'on peut dire, par opposition avec ce tout, une certaine unité géographique. Et de même le Massif central, par rapport à la France tout entière, etc., etc. — Telle est la considération fondamentale qui permettra de discerner et de représenter des régions naturelles qui seront, suivant les cas, plus ou moins vastes. (Voir, à titre de régions naturelles de grandes dimensions, les zones naturelles que Supan a distinguées pour l'ensemble de l'Europe, en dressant les tableaux statistiques que nous avons plus haut reproduits en partie, p. 52 et 53.)

En ce qui regarde en particulier les moyennes à figurer sur des cartes, ces moyennes peuvent sans inconvénient être d'autant plus générales que la surface terrestre comprise sur la carte est plus considérable, et que cette surface peut être divisée en zones naturelles correspondant d'une manière absolue à des étendues plus grandes. Sur une carte générale de la terre, les indications fournies par les noms, par les traits ou par les couleurs, doivent — les dimensions restant les mêmes, — comporter beaucoup moins de détails que sur une carte de la France. La moyenne générale de la densité de la population française, qui serait insuffisante pour une carte de la

[1] Victor Turquan, *Répartition géographique de la population en France ou Densité de la population commune par commune dans les 36,097 communes*, à 1 : 1.600.000. Paris, C. Bayle, éditeur. — Cette carte se trouve aussi insérée à la fin du vol. I de *La population française* de E. Levasseur.

France. sera suffisante pour représenter la population de la France sur une carte du monde. Rien n'est plus logique : que cherchons-nous sur une mappemonde ou un planisphère de nos Atlas où sera figurée la densité de la population? Une évaluation précise de la population de telle ou telle région française? Non pas. Nous cherchons des notions relatives, — nous cherchons à percevoir, dans une impression d'ensemble, les grandes différences entre la densité de la population de telles contrées et celles de telles autres; et les teintes devront être calculées de manière à ce que la teinte ou les teintes de nos pays de l'Europe occidentale se distinguent clairement des teintes de toutes les régions moins peuplées.

De pareilles cartes d'ensemble sont « dirigées » contre la tendance que nous avons à regarder la terre comme peuplée d'une population plus ou moins uniformément dense; elles sont faites pour contredire cette moyennne générale de 3 habitants par kilomètre carré que certains ont calculée, et qui ne correspond à aucune réalité géographique. En ce sens, elles appellent ou rappellent l'esprit à l'observation de cette réalité, et sont conformes aux principes que nous avons posés.

Bien mieux, ces cartes générales du monde représentant des moyennes assez générales (cartes de répartition des températures, des pluies, de la population, etc.), sont précieuses, dès le début de l'enseignement, comme devant acheminer l'esprit vers une conception de plus en plus précise, de plus en plus détaillée de la variété géographique. Elles auront un rôle exceptionnel à jouer pour orienter les esprits; elles fourniront ces indications saillantes qu'il sera aussi opportun de connaître qu'il est précieux de connaître la direction des grandes artères d'une ville qu'on doit visiter [1].

[1] Qu'on me permette d'indiquer avec un peu plus d'ampleur quelle place exacte l'on peut faire dans l'enseignement à ces cartes générales, en citant tout simplement quelques lignes ***textuelles*** que je relève sur les ***notes*** d'un de mes élèves du Collège commercial de Fribourg : « ***Répartition générale des produits naturels : a)*** Produits minéraux : les vraies cartes géographiques *fondamentales* des produits naturels d'origine minérale, houille, soufre, gypse, pétrole, phosphates, etc., seront les cartes géologiques. — *b)* Produits végétaux et animaux : les vraies cartes géographiques *fondamentales* des produits d'origine végétale et animale seront les cartes se rapportant aux climats : deux facteurs du climat jouent un rôle particulier pour l'extension et la diffusion des espèces vivantes (végétales ou animales) : la température et la pluie; les cartes de distribution des pluies nous fourniront d'excellentes données directrices, notamment pour la répartition des produits végétaux; les cartes des températures marines et des courants marins seront des guides essentiels pour l'étude de la répartition des

tion assez uniformément répartie comme par touffes, et là, au contraire, groupées en petites masses irrégulièrement distribuées, auront pour conséquence un des principaux profits psychologiques et pédagogiques qui puisse être espéré de l'usage des représentations graphiques dans l'enseignement de la géographie économique [1].

humaine les recensements géographiquement interprétés, a noté quelques-uns des aspects caractéristiques de cette catégorie si variée des phénomènes dont l'étude intéresse tout à la fois la géographie économique et la géographie politique : « Il y a à la base de la géographie politique une question qu'on peut regarder comme capitale, c'est celle de la répartition des populations humaines à la surface terrestre. Rien de plus inégal : certaines parties relativement restreintes du globe présentent d'énormes accumulations ; l'Inde et la Chine enferment à elles seules près de la moitié de l'humanité ; ce sont des masses humaines cimentées par le temps, contre lesquelles s'usent les guerres, les épidémies et les famines. Au contraire, il y a de vastes espaces neufs que l'homme commence à peine à occuper en nombre. Or, sur ces phénomènes qui, par contre-coup, influent sur toute la physionomie géographique des contrées, nous ne commençons à être renseignés que depuis que des recensements réguliers, en trop petit nombre encore, nous permettent de comparer en des parties éloignées l'état et la marche de la population. Ce fut une révélation lorsqu'en 1872 le premier recensement de l'Inde anglaise nous apprit d'une façon positive l'existence de près de 250 millions d'hommes (aujourd'hui 291) dans cette péninsule. Depuis 1790, la série monumentale des recensements décennaux des États-Unis d'Amérique ne cesse d'apporter des documents précieux pour suivre le peuplement progressif d'une vaste contrée. Nous pouvons ainsi étudier comparativement l'aspect géographique de la population dans des pays de vieille civilisation soit en Europe, soit sous les tropiques, et dans des pays neufs comme l'Amérique. Et l'on constate alors des phénomènes singuliers, dont quelques-uns ont été mis en lumière avec beaucoup de force par M. Ratzel. Les États-Unis renferment quelques-unes des grandes métropoles du monde, quoique la densité kilométrique de la population n'y atteigne pas 8 habitants. — L'Australie groupe plus de 30 pour 100 de sa population dans trois villes. Les énormes inégalités de répartition qu'indiquent ces chiffres, existent jusque dans le rayon immédiat des grandes villes. Quelques heures séparent New-York des solitudes boisées des monts Adirondack. Si l'on était en Europe, des clairières auraient été pratiquées dans ces forêts ; par des industries ou des occupations diverses, une population se serait ingéniée et serait vraisemblablement parvenue à s'y créer des moyens d'existence : au contraire, quelques bûcherons ou chasseurs se hasardent seuls, et rien qu'en été, dans ces solitudes. Voilà une image démographique de pays neuf. » (*La géographie politique, à propos des écrits de M. Frédéric Ratzel,* dans *Annales de géographie*. VII, 1898, p. 105.) Ce sont des faits de cet ordre qu'il est possible et désirable de mettre en lumière par d'habiles représentations cartographiques.

[1] Au point de vue des représentations cartographiques *vraiment géographiques,* l'Exposition de 1900 a permis de constater un progrès extraordinaire ; avec plus ou moins de succès, mais dans toutes les « classes » et pour tous les pays, il se manifeste un souci général de figurer les phénomènes économiques sur des cartes, — et non pas seulement d'une manière abstraite, mais à l'endroit précis

IV

On a compris, je l'espère, l'importance qu'il convient d'attacher à la variété des phénomènes géographiques. Variété dans l'espace, variation dans le temps, telles sont deux notions essentielles qui

où ces phénomènes se produisent. Nous renvoyons, pour les *cartes* exposées, aux articles que nous signalions tout à l'heure (ils contiennent une foule de renseignements précieux, habilement classés) : Em. de Margerie et Louis Raveneau, *La cartographie à l'Exposition universelle de 1900* (*Annales de géographie*, 15 juillet et 15 nov. 1900, p. 291-312 et p. 385-412) : Voir notamment ce qu'il est dit, p 301 et 302, des cartes manuscrites exposées par le Ministère de l'agriculture de France (par exemple, séries de cartes comparatives indiquant les progrès successifs de l'assainissement dans la vallée de la Bar, dans la Sologne, dans les Landes de Gascogne, dans la Dombes, etc.); p. 387, 388, des cartes de l'Allemagne; p. 390, de l'Autriche; p. 392, 393, de la Hongrie, etc. — Nous dirions, toutefois, volontiers avec les auteurs : « Personne ne sera surpris d'apprendre que la cartographie, tant en France qu'à l'étranger, soit encore si rarement appliquée à la géographie humaine. Que de faits éminemment géographiques, après avoir été dissociés par la démographie et figurés algébriquement par des diagrammes et des cartogrammes, gagneraient à être replacés dans leur cadre physique, sur des cartes véritables! » Pourtant, à propos même de la *géographie humaine* proprement dite, ces auteurs ajoutent : « Nous avons, chemin faisant, relevé quelques tentatives méritoires. Il convient d'y joindre la série des cartes [Gr. XVI, cl. 110], présentée par l'Office du travail : densité et mouvement de la population, migrations intérieures, répartition des industries, etc. Ce sont là des phénomènes que M. Turquan tendait de plus en plus à envisager au point de vue géographique. La méthode ne peut manquer de conduire l'Office du travail à des applications fécondes. » (p. 306). — Il importe d'ajouter que, parmi les nombreuses publications touchant à la géographie économique et qui ont été faites à l'occasion de l'Exposition, beaucoup aussi ont donné une signification vraiment géographique à leurs représentations cartographiques. Citons, à titre d'exemple, une des meilleures et des plus remarquables de ces publications générales : Rudolf Schou, *L'agriculture en Danemark*, Paris, Librairie agricole de la Maison Rustique, 1900, in-8°, 334 p., un *Appendice* de 47 p., une *Statistique agricole* de 59 p., et XXIV Planches ou cartes hors texte : or, quelques-unes de ces cartes sont tout à fait intéressantes au point de vue géographique; XI, *Organisation de la culture des plantes agricoles en Danemark*; XX, *Situation des laiteries en Danemark*; et de plus, cet ouvrage d'ensemble sur l'agriculture danoise, suivant une méthode géographique très rationnelle, consacre toutes ses premières planches à de précieuses représentations climatologiques; notons la pl. V, qui se compose de 4 cartons : *Date moyenne de la dernière gelée du printemps, Date moyenne de la première gelée d'automne, Nombre de jours entre la date moyenne de la dernière gelée du printemps et de la première gelée d'automne, Date moyenne de la première gelée de — 3° (Celsius).* — De même, dans *La Suède, son peuple et son industrie*, Stockholm, 1900, 2 vol. in-8°, voir : I, p. 43, *Carte forestière*; II, p. 142, *Les scieries d'après leur situation, en 1898*; etc..... et dans *La*

doivent pénétrer l'esprit de tous ceux qui veulent se familiariser avec les faits économiques ; et pour les jeunes gens qui se destinent aux carrières commerciales, la formation psychologique qui leur serait la plus utile serait celle qui parviendrait à transformer l'heureuse curiosité instinctive en une intelligence raisonnée de la variété des phénomènes terrestres. C'est pourquoi le professeur de géographie économique doit insister sur la transformation des faits, comme il doit insister sur leur répartition et sur leur localisation géographiques.

Qu'il fasse bien comprendre que l'état économique de chaque pays, de chaque province, de chaque ville, est en perpétuelle évolution, que tous les faits sont « en marche » ; et cela sera pour l'élève d'un plus grand profit ultérieur que d'avoir appris, comme ayant une valeur absolue, des nombres statistiques, destinés, condamnés à devenir inexacts, et qui seront, à coup sûr, bien vieillis lorsque cet élève sera parvenu à l'âge d'homme ! D'ailleurs, ne sera-ce pas encore un moyen de rendre vivant cet enseignement que de donner une place d'honneur à ces innovations et à ces transformations économiques qui se sont produites avec une netteté et une soudaineté qui les rendent plus aisément

Norvège, Christiania, 1900, 1 vol. in-8°, voir p. 348, ***Carte des forêts d'arbres conifères:*** etc. ; et surtout, puisque nous nous sommes spécialement préoccupé des faits de géographie humaine et de leurs représentations cartographiques, voir les 2 cartes si instructives dont l'une est placée à la p. 8, ***Distribution de la population en Scandinavie***, et l'autre, encore plus géographique, car elle localise encore plus exactement les faits, à la fin du volume : *Norge*, à 1 : 3.600.000 : c'est une carte des territoires habités, lesquels sont indiqués en rouge. Et l'on conviendra que notre discussion sur les modes de représentation cartographique n'est pas insignifiante, lorsqu'on lit à la p. 7 les conclusions économiques et politiques qui sont tirées par les Norvégiens des cartes que nous venons de signaler : « Les cartes ordinaires d'Europe, qui ne rendent compte que des distances absolues, ont fait prendre racine à l'idée que les deux pays de la péninsule forment un tout organique. Ceci est vrai ***topographiquement*** parlant, mais non pas au point de vue ***anthropogéographique***. Une carte rendant compte de la répartition de la population dans la péninsule montre en revanche, d'une façon manifeste et frappante, l'existence de la large zone « anoecoumène » (inhabitée) entre les deux pays, et cela même si l'on a égard aux campements des Lapons nomades sur le plateau septentrional ; et malgré l'immigration assez tardive des Finnois (Finlandais) maintenant fortement assimilés, qui a dans une certaine mesure peuplé la région déserte des forêts frontières du Sud. Une carte qui représenterait graphiquement la facilité des communications avec l'étranger ferait ressortir davantage encore le rôle isolant joué par cette zone peu praticable où souvent les voyages ne sont possibles que pendant un temps très court chaque année, alors que les communications sont si faciles en tout sens par la voie de la mer du Nord. Vers l'Est, c'est-à-dire du côté de la terre, le royaume de Norvège est donc, avec une rare netteté, isolé de ses voisins ; et il est peu de pays qui forment un tout anthropogéographique aussi bien isolé par la nature. »

intelligibles [1] ? Un jeune esprit sera plus frappé de l'introduction rapide et inattendue de la pomme de terre dans la culture de toute l'Europe occidentale et dans l'ensemble de la consommation, que du développement, du perfectionnement et de l'extension plus modérés, plus doucement progressifs de la culture du blé. Un phénomène rapide comme le premier l'inclinera à mieux comprendre l'intérêt véritable du second. L'essor industriel du peuple allemand, avec tout l'ensemble des faits économiques qui s'y rattachent [2], sera une excellente préparation à l'étude économique d'un pays moins brusquement transformé. Une première place doit donc être assignée à ces faits saillants et saisissants, exploitation de la houille au XIX^me^ siècle, développement de la culture de la betterave au cours de ce même siècle, etc... ; tels sont bien les faits qui peuvent avoir la plus grande vertu éducative et pédagogique, et qui peuvent, par là même, aider à l'intelligence ultérieure des faits économiques plus complexes et d'allure moins tranchée.

Il importe aussi de laisser aux faits économiques, dans l'enseignement, cette physionomie multiple sous laquelle ils se présentent dans la réalité. En une récente étude publiée dans les *Petermanns Mitteilungen*, le géographe A. Supan, étudiant la physionomie réelle des cavités marines, se plaint qu'on se soit trop longtemps contenté de mesurer les fonds principaux et d'aligner des nombres bathymétriques ; et, par réaction, il s'efforce de chercher et de décrire l'allure générale des reliefs sous-marins [3]. Excellent exemple géographique que nous pouvons appliquer à la géographie économique. Là aussi, les dénominations et les évaluations administratives (ou à base administrative), ne sont pas tout : il convient de bien voir les faits avec leur « visage » réel ; il faut faire, dans tous les domaines, ce qu'a fait récemment M. Hauser à propos des colonies allemandes [4] ; étudiant

[1] J'ai essayé d'insister sur ces innovations et transformations, en ce qui regarde la culture, dans une étude, *L'homme et la terre cultivée, Bilan d'un siècle*, qui est un chapitre de l'ouvrage *Un siècle* (publié à Paris en 3 vol. in-4°, par Goupil et C^ie^, et en 1 vol. in-8°, par Oudin), et que j'ai reprise, en l'augmentant, dans le *Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie*, XII, 1899, p. 219-260.

[2] Est-il besoin de rappeler ici qu'on aura un guide précieux en M. Georges Blondel : *L'essor industriel et commercial du peuple allemand* (Paris, Larose, 3^me^ édit., 1900) ?

[3] A. Supan, *Die Bodenformen des Weltmeeres*, dans *Pet. Mit.*, 1899, p. 177-188 : ces pages sont le commentaire d'une carte générale (planisphère) des fonds marins.

[4] H. Hauser, *Etudes sur les Colonies allemandes*, qui ont d'abord paru

les formes économiques de l'émigration et de l'implantation modernes de la race germanique, il ne s'est pas contenté d'étudier ces faits qui portent le nom de colonies ou de protectorats; après les avoir étudiés, il en a rapproché, avec raison, ces faits de peuplement spontané qui se produisent avec une telle puissance, par exemple, dans les Etats-Unis de l'Amérique du Nord, en certaines villes de plus en plus germanisées, comme Chicago.

Voulez-vous un autre exemple qui indiquera dans quelle mesure nous demandons au professeur de géographie économique, au moins dans les dernières classes de l'enseignement secondaire, de « dresser » les esprits de ses élèves à briser, de temps en temps, les cadres habituels des conceptions géographiques traditionnelles, et à considérer la réalité géographique telle qu'elle est; j'emprunte ces lignes à un article qu'écrivait, il y a quelques années, M. Louis Raveneau, sur *L'élément humain dans la géographie* : « Il existe des peuples d'une civilisation avancée à qui l'accoutumance de l'océan fait complètement défaut. Mais il en est d'autres qui vivent de la mer et sur mer. Le Dogger-Bank et le grand banc de Terre-Neuve, si vivants pendant de longues semaines, ne peuvent-ils pas être considérés comme des prolongements de la terre habitable en pleine mer, comme des exclaves de l'œkoumène ? On a calculé que l'Océan Atlantique, entre le cap Lizard et l'Amérique du Nord, était aussi peuplé que la côte sibérienne (0,01 par kilomètre carré), la Manche plus peuplée que la province d'Iakoutsk » [1]. — De tels faits, je l'ai toujours remarqué, piquent la curiosité des jeunes gens, les invitent à réfléchir et les excitent à mieux observer.

Par là, insensiblement, nous sommes encore ramenés à cette considération, essentiellement géographique, de l'emplacement qu'occupent les faits économiques. Les êtres humains ne vivent pas au-dessus du sol : tous les actes et toutes les conséquences de l'économie humaine s'impriment, pour ainsi dire, en caractères matériels et visibles sur la surface de la terre; même alors que les faits économiques seraient aussi indépendants qu'on voudra l'imaginer des causes naturelles, ils entreraient dans les études géographiques par la place qu'ils recouvrent; là où vous bâtissez une usine, vous empêchez l'herbe de pousser; là

dans les *Questions diplomatiques et coloniales* (3me année, 1899; VII, p. 286-292, 476-487, et VIII, p. 76-86, 214-225, 342-351, et 477-487); puis qui ont été réunies en un volume in-8° chez Nony, Paris, 1900. x-141 p. — M. Hauser aurait même pu être plus complet, ajouter, par exemple, à son travail quelques aperçus sur le peuplement germanique le long de la Volga, etc.

[1] (D'après Boysen, Schiffs-, Tonnen- und Personenfrequenz auf dem Atlantischen Ozean, Berlin, 1890), *Annales de géographie*, I, 1891-1892, p. 336.

où vous faites une route, vous réduisez la superficie des champs ou des jardins [1]. Tout fait économique, une grande ville industrielle, comme une grande foire annuelle, est intéressante pour le géographe par le « lieu », par le « site », où il est installé, où il se produit. Et je pourrais ici vous répéter pour l'enseignement de la géographie économique tout ce que nous disait, il y a un an, au Congrès international de géographie à Berlin, M. F. Ratzel dans sa communication : *Die Lage im Mittelpunkt des geographischen Unterrichtes* [2].

[1] « Assurément, l'émancipation par laquelle l'homme s'affranchit peu à peu du joug des conditions locales, est une des leçons les plus instructives que nous donne l'histoire. Mais civilisé ou sauvage, actif ou passif, ou plutôt toujours en même temps l'un et l'autre, l'homme ne cesse pas, dans ses différents états, de faire partie intégrante de la physionomie géographique du globe. Par les établissements qu'il fonde à la surface du sol, par l'action qu'il exerce sur les fleuves, sur les formes mêmes du relief, sur la flore, la faune et tout l'équilibre du monde vivant, il appartient à la géographie où il joue le rôle de cause. Si même son habitabilité ne couvre pas entièrement le globe, on peut dire que dans les rares contrées où il ne pénètre pas, l'action prépondérante qu'il exerce sur le monde de la vie ne laisse pas, dans une certaine mesure, de se faire sentir. La surabondance de vie animale qui trouve un refuge dans une partie des régions polaires, est encore un indice indirect de sa présence. » Vidal de la Blache, *La Géographie politique, à propos des écrits de M. Frédéric Ratzel,* dans *Annales de géographie*, VII, 1898, p. 99).

[2] Ce travail, dont nous avons déjà eu l'occasion de citer plus haut un court passage, a été publié par la *Geographische Zeitschrift* (VI, 1900, p. 20-27). — Le prof. Ratzel y développe, avec beaucoup d'éclat, l'importance du « lieu », de la « situation », comme fait géographique stable et durable ; il choisit, pour faire comprendre sa pensée, l'exemple de Rome : « C'est le point central de beaucoup de cercles de dimensions très différentes. Les cercles grandissent et reculent, leur centre subsiste. Il est visiblement beaucoup plus intéressant que je grave en ma mémoire la situation de ce point central, que la grandeur de tous les cercles qui, issus de lui, ont été tracés autour de lui. Et cela est aussi beaucoup plus pratique, car il m'est plus facile de fixer ce point, que de me rappeler la place des différentes périphéries et la superficie des différents empires » (p. 23). Et l'auteur se sert d'une expression très heureuse en disant que contre ces « positions » géographiques telles que celles de Rome, « les vagues de l'histoire » (*geschichtliche Wellenschlag*) viennent « battre », sans jamais les changer (p. 22). Au reste, les idées exposées ici par M. Ratzel, doivent être complétées, pour être jugées et discutées en connaissance de cause, par les pages de la seconde et récente édition du 1er volume de son *Anthropogeographie* (Stuttgart, Engelhorn, 1899) : « *Qu'est-ce que la situation géographique ?* Dans la situation, nous comprenons d'abord les ***dimensions*** et la *forme* d'une région... Dans la situation sont aussi compris le climat et la végétation, le degré de civilisation et la position politique : de la situation font partie les effets qui résultent soit de la dépendance du point considéré vis-à-vis d'une partie du monde ou d'une mer, soit du voisinage d'un fleuve ou d'une montagne... etc... » (p. 211). — A. Hettner et O. Schlüter, s'inspirant de la même conception, ont bien montré tout ce que la géographie des

Puisque nous en arrivons ainsi à la partie positive de ce rapport, — quelle doit être cette méthode proprement géographique de l'enseignement de la géographie économique ? — nous ne voulons pas seulement juxtaposer quelques observations et quelques réflexions : nous voulons aborder les principes directeurs de cette méthode.

Au point de vue de la méthode pédagogique, il est sage d'établir une distinction très nette entre la géographie physique et la géographie politique ; il n'y a pas entre elles qu'une différence de mot : la séparation n'est pas artificielle. Evidemment, ce sont deux domaines qui se touchent, qui se lient, qui se complètent ; ils embrassent dans leur ensemble l'activité dont notre terre est le théâtre, et par là même il est naturel et utile qu'ils soient réunis. Mais ce sont deux domaines dans lesquels l'étude des phénomènes se présente avec des caractères différents.

Tout, dans la *géographie physique,* trouve son explication première dans une des lois élémentaires du monde physique. Si l'eau coule, si l'eau tombe en cascade, si l'eau reste stagnante, c'est toujours en vertu des lois de la pesanteur. Les pluies, les vents, les grands courants atmosphériques sont les applications diverses de quelques principes généraux : l'air chaud est plus léger que l'air froid ; l'air chaud, étant plus léger, s'élèvera, tandis que l'air froid « tombera » ; si l'air chaud et humide se refroidit brusquement, la vapeur d'eau qu'il contient se résoudra en brouillard, en pluie ou en neige, etc... Si les cours d'eau creusent leur vallée, si les torrents attaquent les versants des montagnes, c'est surtout parce que l'eau en mouvement entraîne des sables, des cailloux ou des roches, matériaux de toute espèce qui lui servent d'instruments pour creuser le sol et établir son lit ; si l'on veut se rendre compte de ce phénomène et démontrer à de jeunes élèves combien il est simple à expliquer, on n'a qu'à faire tomber sur un tas de sable un filet continu de grenaille de plomb :

villes (*Städtekunde*) et, pour nous servir d'un terme plus général, la géographie des établissements humains a gagné, — depuis le suggestif livre de Kohl (*Ueber den Verkehr und die Ansiedelungen der Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Gestaltung der Erdoberfläche,* Dresde, 1841) — et gagnera de plus en plus à être éclairée par l'examen critique de la « situation ». (A. Hettner, *Die Lage der menschlichen Ansiedelungen,* dans *Geographische Zeitschrift,* I, 1895, p. 361-375 ; et Otto Schlueter, *Bemerkungen zur Siedelungsgeographie,* dans *Idem,* V, 1899, p. 65-84). — Nous avons suffisamment insisté sur la nécessité de faire comprendre la perpétuelle variabilité des faits économiques ; d'autre part, l'élément de stabilité est fourni par l'examen de la « position géographique » et l'étude des emplacements naturels. Mais comment unir ces deux éléments si l'on ne rattache pas étroitement la géographie économique à la géographie générale ?

cette grenaille de plomb, en vertu de son propre poids, descendra la pente en creusant une vraie petite vallée.

Dans la géographie physique, il importera de ramener sans cesse l'attention sur ces petits faits initiaux qui donnent la clé de tous les grands faits plus complexes, formes des montagnes, formation des vallées, extension des bassins, etc... [1] Il est indispensable de laisser à l'enfant cette impression que, dans ce domaine, tout s'enchaîne rigoureusement; et même alors que l'agencement des causes est trop complexe pour être exposé en détail, l'enfant doit sentir confusément que si une rivière a des méandres, si un pays est parsemé de lacs, si un autre pays est condamné à la sécheresse, on peut expliquer tout cela par le simple jeu des lois physiques.

Tout autre est le domaine de la *géographie politique :* là interviennent la liberté et la volonté humaines. Dans bien des cas, cette liberté et cette volonté se trouvent en partie déterminées par des conditions générales de l'ordre physique; mais il ne s'agit plus ici d'une conséquence rigoureuse, et, pour ainsi dire, inévitable. Deux peuples sont séparés par une limite naturelle comme les Pyrénées, mais cette séparation n'a rien de fatal; la preuve, c'est que tels accidents physiques, comme le Rhône dans la seconde partie de son cours, servent seulement, aujourd'hui, de limites administratives secondaires, après avoir longtemps joué le rôle de grandes frontières politiques naturelles. La situation de Paris et bien des conditions naturelles ont déterminé et favorisé le développement de cette grande ville, mais on ne peut dire que la nature seule explique tout le développement historique de Paris.

En somme, en matière de géographie physique, on a recours à des causes qui expliquent complètement et parfaitement le phéno-

[1] L'objet du présent travail n'était pas la géographie générale, mais la géographie économique; et nous n'avons voulu mentionner ici que les idées essentielles qu'il nous était indispensable de rappeler en vue des développements ultérieurs; devons-nous ajouter que cette orientation première de l'enseignement géographique vers les faits les plus simples à observer, et les plus voisins de ces enfants qui doivent précisément apprendre à observer, est préconisée par les maîtres les meilleurs de la géographie en France et en Allemagne (Voir notamment les nombreux travaux du Dr Richard Lehmann), comme elle l'est en Angleterre, (Voir R. E. Dodge. *Scientific Geography for Schools*, dans *Geographical Journal*, XI, 1898, ainsi que la collection du *Journal of School geography*, qui en est à sa 4me année, et dont Dodge est le directeur) et en Amérique par un homme tel que l'éminent géographe W. M. Davis (Voir tout particulièrement l'article de Davis, *Home Geography*, dans *Journal of School geography*, I 1897, p. 2-7) ?

mène : en matière de géographie politique, on fait appel à des considérations qui servent seulement à faire comprendre comment le phénomène a été rendu possible, ou bien, même, et au maximum, comment il était naturellement très probable.

La géographie économique est comprise entre la géographie physique et la géographie proprement politique : elle dépend bien davantage de la géographie physique, et elle a beaucoup à compter aussi avec l'initiative de l'homme, avec l'ingéniosité, la perspicacité et la persévérance de l'activité humaine. Sans donner l'impression que tout, dans ce domaine, dépend des conditions physiques, le professeur doit faire de cet enseignement un enseignement de géographie rationnelle, et doit sans cesse rattacher les grands faits de la géographie économique à leurs conditions naturelles déterminantes. Nous ne pouvons concevoir un enseignement de la géographie économique qui ne serait pas précédé et accompagné de données sérieuses de géographie physique [1] ; et la méthode à suivre dans cet enseignement ne peut être que la méthode de la géographie générale [2].

Les faits économiques peuvent permettre de vérifier la domination qu'exercent sur la terre les grandes causes physiques : et ces causes générales doivent être mises en lumière afin d' « ordonner », si l'on peut dire, la matière économique. Les faits économiques sont beaucoup trop souvent mentionnés hors de leur cadre naturel, et semblent beaucoup trop, pour l'élève, résulter du hasard. Un enseignement vraiment géographique de la géographie économique devrait procéder à l'inverse et partir des faits physiques pour aboutir aux faits économiques.

Le professeur se propose, par exemple, d'indiquer à ses élèves

[1] M. Marcel Dubois, à la suite de son Rapport : *Des meilleures méthodes et des moyens pratiques d'enseignement de la géographie économique*, a fait adopter le vœu suivant par le Congrès international de géographie économique et commerciale : — « 1° Que l'enseignement de la géographie économique tienne une place de plus en plus large dans les programmes d'éducation à tous les degrés : 2° Qu'il prenne pour base essentielle l'étude de la géographie physique, mais d'une géographie physique strictement limitée aux phénomènes actuels, adaptée et probante ; 3° Que, dans les procédés de cet enseignement, les devoirs, questions, études composées et originales remplacent, le plus souvent possible, et complètent toujours l'exercice mnémotechnique des cours appris et des rédactions recopiées. »

[2] Parlant d'un ordre de questions anthropogéographiques encore plus large, Alois Geistbeck aboutit aux mêmes conclusions (Voir *Ueber Kulturgeographie im Unterrichte*, dans *Geographische Zeitschrift*, III, 1897, p. 14-27).

quelle est la répartition du coton dans le monde : au lieu de commencer par énumérer les principaux pays producteurs par ordre d'importance avec les statistiques exactes, qu'il réserve ce tableau pour la conclusion. Qu'il débute par des considérations sur le cotonnier lui-même et sur les conditions essentielles de sa culture : Voilà une plante qui demande à être très arrosée durant toute sa croissance et qui a besoin de beaucoup de chaleur ; elle appartiendra donc naturellement aux zones chaudes et humides; mais elle redoute aussi les moindres pluies lorsqu'elle est proche de la maturation ; les graines, portant les poils blancs qui sont pour nous le précieux textile, redoutent l'eau autant que les racines et la tige l'exigeaient. Le cotonnier se développe donc favorablement dans les zones chaudes qui sont humides durant une partie de l'année et sèches durant une autre.

Cela seul doit commencer à orienter les esprits : si, par exemple, vous avez déjà exposé quels sont les *grands faits* de la géographie physique de l'Asie, même à supposer que vous ayez réduit votre exposé au minimum nécessaire, vous aurez, bien entendu, insisté sur le fait essentiel du relief asiatique (la présence au centre de l'Asie de ce colossal et formidable bastion, de ce massif montagneux qui constitue la plus énorme protubérance continentale de notre terre) ; et sur le fait essentiel du climat de l'Asie (la succession régulière des moussons, dont le mécanisme et les effets sont en relation directe avec le relief). Il n'y a pas un cours général sur l'Asie, qui ne doive commencer par là. Aussi, quand vous parlerez de zones, tantôt humides et tantôt sèches, les élèves penseront tout aussitôt aux régions visitées pas les moussons, de l'Inde jusqu'au Japon.

Ils ne peuvent pourtant pas se contenter d'une induction juste, féconde, mais encore trop restreinte. Vous devez les mettre en présence, comme vous le faites souvent, d'une carte générale des pluies sur le globe ; les voilà, par exemple, devant la carte N° 8 de l'Atlas scolaire méthodique de Sydow-Wagner : ils ont l'avantage d'avoir sous les yeux deux cartons qui se complètent, *Regenmenge* et *Regenzeiten, Chute annuelle des pluies* et *Distribution des pluies par saisons*. Ils voient immédiatement sur ce dernier carton toutes les régions colorées en rose foncé ; ils les distinguent facilement et des régions plus sèches, et des régions tout à fait pluvieuses avec deux maxima de pluie dans l'année (ces dernières marquées en rouge vif). Ils ont ainsi la satisfaction de croire reconnaître par eux-mèmes toutes les régions où le cotonnier pourra prospérer.

Nous sommes, toutefois, préoccupés non pas de la répartition du

cotonnier à l'état *sauvage* (qui se rencontre effectivement dans toutes les régions ainsi discernées, au Soudan comme à Madagascar, au Brésil comme au Mexique), mais de la répartition naturelle du coton *cultivé*, et mieux encore de la distribution des *principales* zones de culture. Il n'y a pas un enfant de 14 ans qui ne comprenne ces différences !

D'autres facteurs doivent alors être mis en avant. En expliquant quels soins minutieux et multiples demande cette culture pour les semailles, pour les binages, et enfin pour la récolte, vous ferez comprendre aisément que la grande culture du coton ne sera possible que là où l'on trouvera beaucoup de bras disponibles. — Vous faites alors considérer une autre de ces cartes générales dont vous vous servez quotidiennement pour la géographie économique, la carte de la densité de population ; et parmi les zones précédemment envisagées, les élèves remarquent et retiennent avant tout, comme étant très peuplées, cette zone asiatique des moussons dont nous avons déjà parlé, et la zone sud-orientale des Etats-Unis. — Telles sont déjà deux grandes régions de culture, — d'ailleurs, les plus importantes du monde entier ; — et ceux qui vous écoutent et vous suivent peuvent s'attribuer en partie le mérite de les avoir « découvertes ».

Vous passez à un autre chapitre ; revenant toujours aux premières notions agricoles concernant le coton, vous insistez sur ce fait que la moindre pluie est préjudiciable aux graines arrivées à maturité, et suffit à ruiner une récolte. — S'il existait des régions très chaudes et très sèches où, par conséquent, les pluies ne feraient courir aucun risque à la récolte, et dans lesquelles on aurait pourtant *de l'eau* en quantité suffisante pour faire tous les arrosages nécessaires et *des bras* en assez grand nombre pour exécuter tous les travaux utiles, ces régions ne pourraient-elles pas être très favorables à la culture du coton ? — Posez avec netteté la question à ceux qui sont devant vous ; eux-mêmes vous répondront. Ils vous parleront tout de suite des régions sèches où l'irrigation est bien organisée ; et parmi les contrées irriguées qui sont : 1° chaudes, 2° sèches, 3° bien peuplées, il ne vous sera pas difficile de les amener à vous nommer l'Egypte (vallée inférieure et delta du Nil). Vous pourrez aussi leur faire penser aux oasis du Turkestan russe [1].

[1] Il est essentiel de remarquer que, jusqu'ici, le professeur n'a dû recourir qu'à des cartes générales qui se trouvent dans tous les Atlas. Evidemment, s'il avait, en outre, à sa disposition la carte spéciale de la répartition géographique du coton, dressée par MM. Lederlin et Gallois (dont nous avons parlé plus haut), ou les cartes et cartons que M. Henri Lecomte a introduits dans son ouvrage

Ici, vous pouvez intervenir en personne plus directement. Les faits de culture ne dépendent pas uniquement des conditions naturelles, mais encore de la volonté et de la liberté humaines, de la manière dont l'homme comprend, recherche et poursuit ses intérêts économiques. — Vos élèves ont « trouvé » comme domaines naturels du coton cultivé : d'une part, l'Asie, de l'Inde au Japon, et les Etats du Sud des Etats-Unis d'Amérique; d'autre part, l'Egypte et le Turkestan russe.

Tel est le « canevas » géographique fondamental, sur lequel vous pourrez maintenant, avec facilité et clarté, dessiner et nuancer la répartition réelle de cette culture. Vous noterez la prédominance des Etats-Unis au point de vue de l'extension du cotonnier et de l'intensité de la production : les Etats-Unis fournissent plus de la moitié du coton qui est exploité dans le monde; arrivé à ce point, mais alors seulement, vous pouvez citer une valeur numérique, typique et bien choisie : sur 18 millions de balles de coton, produites dans le monde entier en 1898, 12 millions ont été fournis par les récoltes des Etats-Unis. — Vous pourrez, si vous le jugez bon, parler ici de la guerre de Sécession, du rôle qu'y a joué la question de la main d'œuvre, c'est-à-dire de l'esclavage, laquelle était étroitement liée à la culture du coton, et encore de la crise cotonnière qui résulta de cette guerre, etc., etc..... Tous ces faits sont nettement localisés; l'élève sait et voit où ils se sont produits; vous pouvez les développer tout à votre aise. — De même, si vous en avez le temps, si vous trouvez intérêt à entrer dans de plus grands détails, vous pouvez, en ayant toujours sous les yeux une carte, une carte des Etats-Unis cette fois, indiquer d'une façon encore plus complète la répartition exacte du cotonnier dans ces contrées. Vous n'aurez qu'à suivre toujours la même méthode, c'est-à-dire, à prendre les faits de géographie physique et de géographie générale comme points de départ : le coton aime l'eau, mais n'aime pas les excès d'humidité, et, de fait, dans le Texas comme dans la Louisiane, dans l'Alabama, dans la Floride, dans la Géorgie, etc., la zone de grande production du coton s'éloigne toujours

récent et bien informé (*Le Coton*, Paris, Carré et Naud, 1900, in-8°, 494 p.), il pourrait utilement s'en servir comme guides; il pourrait, en particulier, les utiliser pour dresser lui-même une carte schématique à grande échelle. De pareils documents sont très précieux; mais, encore une fois, je fais remarquer qu'ils ne sont pas indispensables. — Si l'on avait le *Kleiner Handelsatlas* de Langhans dont nous avons aussi parlé, on y trouverait, fort bien figurés géographiquement, tous les renseignements utiles concernant la culture du coton (ainsi que les grands courants d'exportation) sur la carte N° 5, *Pflanzliche Rohprodukte*.

de la bordure très humide du littoral méridional : — d'autre part, le cotonnier est un arbuste qui a besoin d'un sol très riche pour donner un produit riche, et c'est, en effet, sur les alluvions si fertiles des berges du Mississipi, ou sur les *terres noires* de la *Prairie*, que nous trouvons les champs de coton dont la production est le plus rémunératrice, etc.....

Vous passerez ensuite à l'Asie, et vous aurez tout d'abord à souligner l'importance de la culture du coton dans l'Inde anglaise. L'Inde a fourni en 1898 2 millions $^1/_4$ de balles. — Encore ici, pouvez-vous et voulez-vous entrer dans plus de détails ? revenez-en aux conditions physiques générales, qui sont toujours les mêmes : le cotonnier a besoin d'eau, mais n'aime pas les excès d'humidité ; aussi ne le trouvons-nous ni sur les versants des Ghâtes occidentales, le long de cette côte de Malabar que la mousson du S.-W. aborde de front et arrose si abondamment, ni dans le Delta du Gange, gorgé d'eau, non plus que dans la Birmanie ; le cotonnier s'étend, au contraire, largement et avec succès, dans la partie de la grande dépression Indo-gangétique, qui est le plus éloignée de la mer, ainsi que sur le haut relief des plateaux du Dekkan. De même, vous pouvez répéter qu'un sol très riche est nécessaire pour cette culture ; et, en rattachant toujours vos développements successifs à la carte géographique, constatez combien sont propices à la culture du coton les alluvions des vallées de l'Indus et du Gange, au pied de l'Himalaya, ainsi que cette terre très forte en couleur qu'on appelle le « regur » et qui couvre précisément de si grandes surfaces dans le Dekkan : le « regur » résulte de la décomposition des roches éruptives et constitue par excellence la terre à coton ; les Anglais l'appellent même « cotton soil », etc...

En suivant la zone des pluies d'été dans l'Asie méridionale et orientale, on notera que le cotonnier se rencontre un peu partout dans l'Indo-Chine, dans l'Annam, au Tonkin, dans la Chine (notamment dans le bassin du Yang-tsé), et enfin au Japon. Vous ajoutez tout naturellement que la culture du coton qui pourrait et pourra se développer beaucoup dans toute cette zone, est loin d'avoir acquis l'importance que, sans doute, l'avenir lui réserve. Si vous pensez devoir vous occuper d'une question économique très actuelle, c'est ici que vous insisterez sur le développement que les Japonais sont en train de donner à leurs cultures de cotonnier. Au lieu de s'opposer aux notions précédemment acquises ou de risquer de les rendre plus confuses, un court aperçu sur l'avenir du coton au Japon se trouve étroitement lié aux faits actuels. et satisfait l'esprit : car cette extension complètera la répartition géographique logique du coton dans le monde.

Il est temps d'en venir à la seconde catégorie des pays consacrés à la culture du coton. Des zones irriguées, l'Egypte est de beaucoup la plus importante, la seule même qui puisse rivaliser avec les Etats-Unis et avec l'Inde. Encore supporte-t-elle de loin la comparaison, car elle n'a produit en 1898 que les $^2/_3$ de la production de l'Inde et environ $^1/_8$ de celle des Etats-Unis (1 million et demi de balles). Des élèves, même de jeunes élèves, pourront très bien comprendre que là où l'homme doit suppléer aux pluies bienfaisantes par le travail coûteux, patient et pénible de l'irrigation, il lui est difficile d'entrer en concurrence avec les producteurs des régions auxquelles des conditions naturelles très favorables assurent un premier et immédiat bénéfice économique qui sera toujours sans équivalent. — Vous pouvez encore parler de ces riches alluvions du Nil qui doivent convenir à une culture aussi exigeante que celle du coton, etc.

Une autre région irriguée qui a pu être désignée par vos élèves, ce sont les oasis de l'Asie centrale russe. A propos de ces oasis, vous pouvez leur dire ce que vous leur avez dit à propos du Japon : région naturellement favorable au cotonnier, elle est destinée à devenir un centre important de production ; la production est en voie de grand accroissement. Mais entre Bokhara, Samarkand ou le Ferghana d'une part, et le Japon de l'autre, il y aura toujours la même différence géographique générale qu'entre l'Egypte d'une part, et l'Inde ou les Etats-Unis de l'autre.

Si vous consacrez une heure à cet exposé général sur la culture du coton, vous conviendrez que vous aurez largement le temps de développer le programme résumé que je vous ai soumis. Un tel exposé comporte, on le voit, un très petit nombre de données numériques [1] ; et, pour un enseignement plus rapide, on pourrait, à la rigueur, s'en passer. En tout état de cause, les élèves peuvent oublier ces nombres tout en se rappelant fort bien l'ensemble des faits positifs qu'on leur a présentés logiquement enchaînés. — Si on ne leur apprend que des noms et des nombres, il suffit qu'un nom soit oublié et qu'un nombre soit altéré, pour que le bon élève consciencieux perde lui-même le bénéfice de la leçon ; si, au contraire, on relie et on encadre, comme nous l'avons tenté, les faits économiques, l'enfant intelligent pourra se permettre d'oublier une grande partie de ce qu'on lui aura dit, et

[1] On pourrait, en rappelant ces données numériques, dresser et placer un petit tableau statistique, récapitulatif et comparatif, conforme au type que nous avons signalé plus haut. On pourrait aussi placer ici un diagramme expressif tel que celui qu'a figuré Henri Lecomte dans son livre *le Coton*, fig. 27, p. 271.

jute, que de parler de tous d'une manière vaguement analogue et conventionnellement uniforme.

La géographie des produits minéraux ou des produits d'origine animale sera exposée dans le même esprit que celle des produits végétaux. Choisissons encore un produit minéral de première importance économique : la houille. Je suppose que le professeur veuille indiquer et faire apprendre à ses élèves quelle est, en Europe, la répartition des principaux bassins houillers. — Il a fait précédemment comprendre comment on doit distinguer dans la grande zone montagneuse du centre et du sud de l'Europe qui paraît, d'abord, si compliquée, deux types très différents de groupes montagneux : le type aux saillies arrondies, aux formes générales assez douces dont la surface se traduit par de larges ondulations et s'étale même souvent en vastes plateaux (Meseta de la Péninsule ibérique, Massif central français, Hauteurs armoricaines, Groupes montagneux de la Grande-Bretagne, Vosges et Forêt-Noire, Ardenne et Massif schisteux rhénan, Harz, Massif de Bohème, etc...); — et le type aux saillies très vives, aux pics élancés, aux formes générales très accidentées, et dont le relief se traduit souvent par des lignes continues de hauteurs et de crêtes constituant des chaînes (Sierra-Névada, Pyrénées, Alpes et Apennins, Karpathes, etc...). Pour la commodité de l'enseignement, on a désigné le premier type sous le nom général de *type massif,* et le second sous le nom de *type chaîne.* A l'aide de quelques photographies, et de quelques croquis, à l'aide d'exemples choisis dans les régions que connaissent les élèves, on a fait aisément comprendre la différence de physionomie entre ces deux groupes; on leur a fait aussi remarquer qu'en Europe les chaînes, qui sont formées des montagnes les plus élevées et les mieux alignées, s'infléchissent souvent en contournant les massifs épars, et que toute une série de ces massifs jalonnent le front des chaînes. — Il n'est rien de plus simple que de donner à des enfants la notion de l'usure progressive des montagnes, de même qu'il est simple de leur faire constater la démolition progressive d'un tas de sable par les pluies; et si l'expression *d'âge des formes topographiques* paraît, au premier abord, un peu délicate et compliquée, je puis certifier, par expérience, que les phénomènes réels résumés par ces mots très expressifs sont rapidement compris même de très jeunes enfants. A des enfants de 13 ou 14 ans, familiarisés avec ces faits et avec ces notions, on indiquera sans peine que les groupes montagneux du *type massif* sont moins accidentés et presque toujours moins élevés parce qu'ils sont plus vieux : ils ont

été *chaînes* en leur temps, mais ils sont, aujourd'hui, décrépits, vermoulus. Les groupes montagneux du *type chaîne* représentent, au contraire, des formes jeunes, fraîches, au relief accentué. En établissant ainsi deux catégories générales, et en revenant sans cesse sur la distinction entre les deux, le professeur obtient le double avantage de faire, jusqu'à un certain point, deviner d'avance à ceux qui l'écoutent la physionomie générale et caractéristique de tel ou tel groupe montagneux, et de fixer dans les esprits, et pour ainsi dire, dans les yeux, la distribution générale, dans l'Europe centrale et méridionale, des *massifs* et des *chaînes*. — Sur ces notions précédemment acquises [1], on peut établir la répartition générale de ce produit si précieux, la roche noire que l'on brûle. On indique sommairement l'origine de la houille [2]; elle s'est formée dans des deltas, dans de larges estuaires, etc.,

[1] La seule objection que l'on puisse faire à cette manière de procéder, serait que ces notions générales ne sont pas toujours « précédemment acquises »; mais elles le seront bientôt, partout où l'enseignement de la géographie sera sérieusement organisé; toutes ces connaissances générales sont aussi faciles à faire comprendre que telles règles de syntaxe ou tels théorèmes d'arithmétique, que « la vie des Egyptiens », ou « l'organisation de l'Empire romain », ou « Paris sous Etienne Marcel », etc. — J'ai d'ailleurs, sous forme de compositions et de devoirs, quelques preuves indiscutables de l'intérêt que prennent des élèves de l'enseignement secondaire classique à cette conception de l'enseignement de la géographie, et prochainement je les publierai.

[2] On objectera encore que ce sont là des idées beaucoup trop compliquées pour qu'on puisse les introduire dans l'enseignement. Or, est-il possible d'imaginer un exposé plus facile à comprendre que ces pages extraites d'un simple *Abrégé de géologie,* et dont personne ne songera pourtant à contester la rigoureuse exactitude scientifique ? — « Voici donc l'idée générale qu'il semble permis de se faire du phénomène houiller : sous l'influence d'une température chaude, d'une atmosphère humide et lourde, les continents fraîchement émergés étaient revêtus d'une végétation luxuriante, dont aucune intempérie ne venait jamais interrompre le développement. Le sol se garnissait, au fur et à mesure de la chute des branches et des tiges, d'une abondante couche de débris végétaux, les uns à peine altérés, d'autres presque totalement décomposés et laissant se dégager les principes gras et féculents dont ils étaient chargés. De temps à autre, des pluies violentes s'abattaient sur le sol, entraînant soit à la mer, soit dans les dépressions lacustres, les arbres déracinés, les fougères arrachées, la couche de détritus végétaux qui en garnissait le pied et jusqu'au terrain lui-même. Une fois submergés, tous ces débris se séparaient par ordre de densités, les végétaux se tenant toujours au sommet. Mais promptement enfouie sous un nouvel apport d'alluvions, la couche végétale n'arrivait pas à la surface et achevait à l'abri de l'air, sa transformation, consistant principalement dans sa dessication et dans l'acquisition d'une plus grande compacité. D'après cela, on comprend sans peine que les diverses couches de houille puissent être très inégalement riches en principes volatils et qu'il y ait des houilles *maigres,* très pauvres en produits bitumeux, et des

en tout cas, non loin des terres, à une époque où les Alpes n'existaient pas, et où les seules montagnes du sud et du centre de l'Europe étaient ces vieilles montagnes, qui, précisément, parce qu'elles datent de si longtemps, ne sont plus, aujourd'hui, que des *massifs*. C'est donc à l'intérieur et surtout sur le pourtour de tous ces anciens *massifs* que nous devrons chercher et trouver la houille. Et l'on reprend alors la série de ces massifs, la carte toujours sous les yeux, faisant voir et « trouver » l'emplacement de tous les principaux bassins houillers de l'Europe : au sud et au nord de la Meseta ibérique, les gisements de la Sierra-Morena, et ceux des Asturies; — tout autour ou à l'intérieur du Massif central français, les bassins de Decazeville, de Bessèges, le grand bassin de Saint-Etienne, celui de Commentry, les petits bassins du Morvan, etc... (on peut être ici plus ou moins complet, selon les besoins; qu'importe? les indications très générales ou très détaillées seront toujours rattachées à un même principe de distribution géographique); — si l'on passe ensuite aux Iles Britanniques, on peut, de la même manière, indiquer la situation de tous les grands bassins houillers de l'Ecosse et de la Grande-Bretagne ; — pareillement, la houille se trouve au pied de l'Ardenne, et du Massif schisteux rhénan (grand bassin franco-belge, bassin de Westphalie, etc.),... de la Bohême (bassins de Saxe, de Silésie, etc.);... et cette traînée, irrégulière et discontinue de la houille, se poursuit jusqu'au bassin du Donetz.

Ainsi logiquement distribués, les emplacements de la houille seront plus facilement et justement retenus ; oubliés, ils pourront être

houilles *grasses* qui en sont abondamment pourvues. Il suffit de se rappeler que les matières résineuses et grasses qu'on retire des feuilles donnent, par la chaleur et la pression, un produit analogue au bitume. Dès lors, il n'est pas indifférent qu'une couche de houille soit constituée d'écorces plutôt que de feuilles, ni que telle famille végétale ait pris plus de part que telle autre à la formation de l'amas, ni enfin que la couche de détritus ait subi, avant son entraînement, une décomposition plus ou moins complète. Ce que les mineurs appellent le *fusain*, ou charbon mat tachant les doigts, si fréquent dans beaucoup de houilles, représente des fragments à demi-pourris de tiges ou de rameaux qui étaient tombés au milieu des écorces et des feuilles non encore décomposées. Il convient de dire aussi que certaines houilles ont subi, par suite de la chaleur développée dans le mouvement du sol, une distillation partielle, qui a pu les priver de leurs principes volatils et les transformer en *anthracite*. D'autres, très riches en matières volatils, doivent leur composition spéciale à la part prépondérante que les algues d'eau douce de la famille des *fleurs d'eau*, ont prise à leur formation. C'est par des débris d'algues de cette nature qu'est surtout constitué le *bog-head* ou charbon à gaz des schistes bitumeux de l'Autunois. » (A. DE LAPPARENT, *Abrégé de géologie*, Paris, Masson, 4me édit., 1901, p. 158-159).

approximativement retrouvés par l'élève intelligent; et même à supposer que celui-ci, ayant tout perdu de vue, ne puisse plus citer un seul bassin, il lui restera, du moins, une impression générale, et il n'ira jamais placer les grands gisements houillers de l'Europe dans l'Oberland bernois ou en Sicile.

Partant de cette répartition générale des bassins houillers, faites comprendre, maintenant, que près de la houille, au cours de notre siècle, toutes les industries diverses se sont développées et groupées, que l'emplacement des bassins houillers indique, du même coup, l'emplacement de grands foyers industriels, etc... Reprenez, si vous le voulez, ce que vous disiez plus haut de l'industrie du coton, et complétez-en l'intelligence en notant que Manchester correspond à un bassin houiller, etc... Tous vos développements, toutes les conséquences que vous pouvez tirer de ces faits seront logiquement et géographiquement coordonnés, comme ces faits eux-mêmes.

Critiquer est toujours plus facile qu'exposer. Critiquer, c'est faire œuvre utile, mais seulement négative. J'aurais voulu, ***si le temps me l'avait permis,*** ne pas me contenter de faire la part à peu près égale entre les observations critiques et les données positives de cette communication. Du moins, ai-je tenu à aborder franchement quelques chapitres précis, et à les envisager dans tout leur ensemble : vous conviendrez que ce sont là plus que des indications fragmentaires.

En résumé, il convient, dans l'enseignement de la géographie économique, de parler des produits qui ont une importance économique exceptionnelle, et de ceux dont la répartition tenant directement à des causes géographiques permet cette ***méthode interrogative*** qui, depuis Socrate, a toujours passé pour la méthode pédagogique la plus heureuse. A coup sûr, c'est le professeur qui, s'appuyant sans le dire sur des connaissances précises, conduit l'élève, et lui évite les généralisations logiques mais trop rigoureuses ou fausses. Le procédé de coordination des faits que nous avons exposé à propos d'exemples précis, n'est pas, est-il besoin de le dire? une méthode de recherche personnelle, de découverte scientifique : la nature et la terre sont trop complexes pour qu'une pareille méthode soit infaillible. C'est une ***méthode d'enseignement :*** le professeur doit *savoir* pour *guider,* mais s'il ***sait*** et s'il ***guide,*** il permettra à ses élèves de *découvrir* eux-mêmes, et, par suite, de ***pouvoir retrouver*** tous les faits essentiels qu'ils doivent ***savoir.***

Faire de la géographie économique, c'est en fin de compte s'efforcer

d'établir une relation entre les faits économiques et la géographie; et pour que cet enseignement ait une influence efficace sur l'esprit de l'élève, il doit aboutir à lui donner cette impression que la volonté de l'homme est obligée de se plier aux conditions naturelles pour l'exploitation et la production des richesses naturelles [1]. Si plus tard le jeune homme, devenu homme mûr, doit entrer dans la carrière commerciale ou industrielle, il sera tout porté à appliquer aux données économiques ce qu'on pourrait appeler la critique géographique. Non seulement cet enseignement bénéficiera de l'intérêt propre que l'élève y prendra, mais il contribuera à créer chez lui une heureuse aptitude psychologique.

Nous avons principalement parlé, jusqu'ici, de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire de la géographie économique, tant dans l'ordre des études classiques que dans l'ordre des études commerciales [2]. Nous réservons expressément, pour la discussion qui doit être engagée par le rapport du professeur Robert Sieger, l'enseignement supérieur de la géographie économique, soit dans les Ecoles de hautes études commerciales, soit dans les Universités. Dans ces enseignements plus développés, les données statistiques pourront

[1] C'est d'une conception tout à fait analogue et parallèle à celle-là que devrait s'inspirer l'enseignement de l'histoire économique, de l'histoire du commerce, et généralement de toute la part économique de l'histoire générale; ces deux programmes se touchent, et les deux méthodes doivent se tenir. Dans une étude récente *Sur l'enseignement de la géographie dans les Collèges* (*Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie*, XII, 1899), M. le prof. Raymond de Girard était naturellement conduit à écrire : « Certains produits naturels, comme les épices, le sel, la houille, le diamant et, à un degré moindre, l'ambre et le riz, ont, par l'attraction qu'ils exercent sur l'homme, déterminé des migrations dont l'effet a été énorme pour l'histoire économique. Enfin, quand la convoitise excitée par les richesses du sol pousse l'homme contre l'homme, on a la « guerre du salpêtre » dans l'Amérique du Sud, celle de Birmanie pour les rubis et le bois de teck, celle de l'Orange pour les diamants. Et quand un pays se brouille, sans raison suffisante, avec le voisin qui l'alimente d'un produit indispensable, il commet une faute souvent irréparable, comme celle des Suisses se fermant, jadis, les salines de Lorraine. »

[2] Tout ce que nous avons dit s'applique également à l'enseignement post-scolaire de la géographie économique; sur cette question, M. Bourgoin, professeur de géographie à l'Ecole normale des Instituteurs de la Seine, et M. Merchier, de Lille, ont fait, au Congrès, d'excellents rapports; j'ai été heureux de me trouver en complet accord de pensée avec ces rapporteurs. — Voici le vœu que M. Bourgoin a soumis au Congrès, et qui a été adopté : « Considérant qu'il importe de poursuivre et de compléter, à l'usage des adultes, l'enseignement de la géographie économique, le Congrès émet le vœu qu'une vive impulsion soit donnée, dans chaque pays, à cette forme de l'enseignement post-scolaire. »

être introduites d'une façon plus courante; mais déjà dans l'enseignement commercial, j'estime que la statistique devrait être appelée à jouer un rôle que, jusqu'ici, on n'a pas suffisamment songé à lui attribuer. Vous l'avez vu, je demande que les données statistiques soient introduites avec plus de ménagement dans l'enseignement de la géographie économique, et que les moyennes obtenues par les statisticiens soient choisies avec discernement. Mais j'ai insisté, d'autre part, sur l'utilité de ces tables de consultation résumant les données statistiques, et qui devraient être placées à la fin de tout manuel de géographie économique. — Je vais plus loin en ce qui regarde l'enseignement proprement commercial; de même que l'enseignement classique donne aux jeunes gens l'habitude de consulter des dictionnaires latins ou grecs et de savoir y trouver les idées cachées sous les étiquettes verbales, de même, l'enseignement commercial devrait donner à ses élèves l'habitude de feuilleter et de consulter ces dictionnaires de la statistique, tels que le ***Statesman's Year-Book,*** et les accoutumer à y savoir trouver de véritables idées économiques sous les étiquettes numériques [1].

Je fais un pas de plus : Je voudrais que dans cet enseignement commercial les ***méthodes*** générales, essentielles de la statistique fussent enseignées. ***Moins de chiffres, et plus de méthode;*** et cet enseignement, me semble-t-il, pourrait rendre les plus grands services aux futurs commerçants [2]. Ceux-ci, formés par des exercices appropriés, devraient être ainsi préparés à dépouiller et à critiquer les renseignements numériques divers se rattachant à leur spécialité, puis à les figurer rapidement et méthodiquement par des graphiques.

J'ai tâché d'indiquer, en toute loyauté, et d'après les remarques expérimentales que m'a conduit à faire depuis quatre ans mon enseignement au Collège commercial de Fribourg, dans quel esprit

[1] Voici le titre exact du recueil excellent auquel nous faisons allusion : *The Statesman's Year-Book, Statistical and historical annual of the States of the world for the year.....* edited by J. Scott Keltie, secretary of the Royal geographical Society, etc., with the assistance of I. P. A Renwick. London, Macmillan and C°; New-York, The Macmillan Company. (Un annuaire pour chaque année.) Les volumes sont accompagnés de quelques cartes.

[2] Sur le profit que pourraient et devraient tirer les commerçants d'une habile pratique des méthodes de la statistique, voir, en particulier, une excellente brochure de E. Cheysson, *La statistique géométrique. Méthode pour la solution des problèmes commerciaux* et *industriels.* (Conférence faite au Congrès de l'enseignement technique, industriel et commercial, à Bordeaux, le 24 sept. 1886), Paris. Publications du journal *Le génie civil,* 1887. in-8°, 38 p.

vraiment géographique devrait être entendu l'enseignement de la géographie économique. *Le programme reste le même* [1]; mais, c'est sur l'orientation de cet enseignement que je me suis efforcé d'insister; il me reste à vous dire brièvement que je formerais encore le souhait que, sur un point, ce programme fût complété.

L'économie politique s'est intitulée la Science des richesses, et elle a été la Science des richesses, la Science de la production, de la consommation et de la circulation, la Science de la *matière;* mais elle a trop souvent oublié l'être producteur et consommateur : *l'homme.* On peut dire, qu'à son exemple, la géographie économique ne donne pas à l'homme la place qu'il mérite [2]. Je ne demande pas que la

[1] Faisant partie de la Commission d'examen du baccalauréat ès-sciences commerciales, récemment organisé à Fribourg, sous le contrôle de la Confédération suisse, j'ai été chargé de rédiger le programme de géographie économique : je me suis efforcé de faire sentir, à travers une rédaction nécessairement froide et brève, la nécessité de ne pas demander aux candidats une sorte de catalogue complet ou prétendu tel des faits économiques; j'ai essayé, dans la mesure limitée d'un simple sommaire officiel, de faire comprendre, aux candidats comme aux professeurs, que l'attention doit être, avant tout, appliquée aux faits essentiels. — Voici le texte de ce programme :

« Répartition géographique des principales ressources et richesses naturelles. — Les produits minéraux : notamment la houille et le fer; l'or et l'argent; le sel. Les grandes zones de végétation et les plantes cultivées : notamment le blé et le riz; la vigne; la pomme de terre et la betterave : les textiles. Le règne animal : les principaux animaux domestiques; laines et soie.

« Les grands pays commerçants et les grandes métropoles commerciales du monde. Etudier spécialement, au point de vue commercial, parmi les Etats européens : la Suisse, les Iles Britanniques, la France, l'Allemagne, l'Italie du Nord et la Russie; en Asie : L'Inde, la Chine et le Japon; en Amérique : les Etats-Unis de l'Amérique du Nord, le Brésil et la République Argentine; enfin, la Confédération australienne.

« Les principales voies de commerce; les grands services postaux internationaux; les moyens de transport. »

Je n'ai pas traité, dans le présent rapport, de cette dernière partie du programme de géographie économique, (qui peut et doit être conçue dans le même esprit que tout ce qui précède); car dans une autre séance de la 4me section du Congrès, M. Paul Bachmann, docteur en droit, le directeur du *Passager,* avait été chargé de traiter, avec sa particulière compétence, ce sujet complémentaire : *Programme d'un cours de géographie économique et commerciale, considérée spécialement au point de vue des voies de communication intérieure et extérieure de chaque pays, et des questions qui se rattachent aux relations commerciales entre les pays.*

[2] A ce point de vue, la statistique n'a pas, au début du moins, suivi la même voie que l'économie politique; dès le premier jour, elle s'est spécialement occupée de l'homme; et tout un énorme chapitre de la statistique a même pris le nom de *démographie.*

géographie économique verse dans l'économie politique ou dans la sociologie, mais si la géographie économique a le devoir et le droit de s'occuper des forces vives et des marchandises qui sont sur la terre à la disposition de l'homme, pourquoi ne s'occuperait-elle pas de cette « marchandise » (!) unique au monde, ou plutôt de cette force incomparable que représente l'organisme humain? Et ne serait-ce pas de la véritable géographie économique que d'indiquer quelles sont dans les différents pays les conditions générales de la main d'œuvre? Ce problème est étroitement lié à la distribution de la population, et repose sur de vraies données géographiques [1].

[1] On pourrait même, à l'occasion, mentionner quelle est, ici ou là, l'estimation monétaire du travail humain, le salaire courant : voilà qui influe sur tous les prix des produits, et cela est bien aussi important à connaître que les différentes monnaies usitées sur notre terre. Dans les oasis du Sud-Algérien, le travail journalier d'un homme est payé 1 fr. 25; en Egypte, deux piastres, ou 0 fr. 50 seulement; même en certains pays de l'Europe, comme en quelques provinces de la Russie, voire de la Russie occidentale, le travail d'un ouvrier agricole n'est pas plus estimé et payé qu'en Egypte: il s'agit là, comme on le voit, de petits faits précis, concrets, faciles à saisir, intéressants par leur comparaison, et qu'on devrait signaler, sans exiger bien entendu qu'ils soient « appris » et « récités ». — Par ailleurs, le problème de la main d'œuvre, et en particulier de la main d'œuvre coloniale se place de plus en plus au premier rang des préoccupations des sociologues et même des économistes coloniaux. On a fait une très grande place à cet ordre de questions aux deux récents Congrès internationaux (*Congrès colonial*, et *Congrès de sociologie coloniale*), ainsi qu'au Congrès même de géographie économique et commerciale. Au Congrès colonial, notamment, M. Augustin Bernard, a fait un très intéressant rapport sur *La main d'œuvre aux Colonies*, en se plaçant au point de vue géographique et en parlant en vrai géographe. Les pages qu'il a publiées indiquent fort bien sous quelle forme de pareilles données pourraient être présentées dans l'enseignement de la géographie économique. « Les puissances européennes, dit-il justement, dans leur hâte à se partager les régions nouvelles, paraissent n'avoir souvent tenu compte que du nombre de kilomètres carrés qu'elles occupent sur la carte; elles ne tarderont pas à s'apercevoir que la densité de la population est un élément bien autrement important, et *que l'abondance des bras est la plus précieuse des richesses d'une contrée*, parce qu'elle seule permet de tirer parti des autres. » (p. 11.) Il dit encore : « Les Européens ont pris à ferme la terre tout entière. Ils doivent s'efforcer de connaître leur domaine. Nous vivons, à cet égard, dans une incroyable ignorance. Ne regardait-on pas, il y a quelques années encore, Madagascar comme une source où l'on pourrait puiser de la main d'œuvre, alors qu'à l'expérience, la grande île s'est révélée comme si peu peuplée qu'elle aussi cherche, avec anxiété, à se procurer des bras pour l'immigration? » (p. 4.) — Voici également une intéressante page d'un rapport lu au même Congrès par Mlle Dr Jeanne Shibley sur *La main d'œuvre dans les Colonies françaises* : « Le corps humain est, en effet, celui de tous les organismes de la création qui se plie le mieux aux variations des températures si différentes que l'on

Les différents modes de culture et d'exploitation pourraient être sommairement indiqués, et cette géographie du travail humain constituerait l'un des chapitres de la géographie économique qui serait accueilli par les esprits des élèves avec le plus de curiosité, et qui contribuerait le plus à les habituer à la considération vraie de la variété universelle dans les conditions économiques [1].

peut rencontrer à toutes les latitudes et à toutes les altitudes du Pôle à l'Equateur. Et il s'y plie d'autant plus aisément qu'il est plus accoutumé à de fréquents et très grands écarts dans ces variations. Peut-on. en effet. trouver des êtres plus robustes et plus résistants à la chaleur que ces Canadiens français qui ont passé à Québec par des températures de 50° au-dessus de zéro et de 50 au-dessous? L'on peut les voir dans les immenses plaines de l'Ouest américain où la chaleur est telle qu'elle murît en quelques semaines des océans de blé, travailler sous un soleil de plomb, tel qu'il ne se fait jamais sentir sous les tropiques mêmes, sans le moindre brise qui vienne attiédir, un instant, sa torride chaleur. Qui voit-on cultiver de même, sous toutes les latitudes chaudes de tous les Etats de l'Union, sinon des Suédois, des Norvégiens, des Danois. des Allemands de l'extrême Nord prussien?..... Moins résistants sont les Italiens, quoique nés sous un ciel plus clément, parce que, précisément, ce ciel est trop clément. Et, cependant, ne sont-ce pas eux, presque uniquement eux qui cultivent le café au Brésil. et inondent les marchés des pays tempérés de huit millions de sacs qu'ils produisent annuellement? Ce sont des cultivateurs allemands qui font pousser également le café et le cacao du Vénézuéla et de Colombie. » (p. 9 et 10.)

[1] J'ai souvent utilisé dans mon enseignement (et je l'ai maintes fois remarqué, à la très grande satisfaction de mes élèves), la carte générale que le Dr Eduard Hahn a publiée dans les *Petermanns Mitteilungen* (1892, Tafel 2), *Die Kulturformen der Erde* : à l'aide de six couleurs différentes, il a distingué : 1° les zones de chasse et de pêche; 2° les zones de culture à la bêche (*Hackbau*); 3° les domaines des planteurs européens en pays tropical (*Plantagenbau*); 4° les zones de culture à la charrue (*Ackerbau*); 5° les surfaces consacrées à l'activité pastorale; 6° les zones de culture de jardin (*Gartenbau*). L'auteur a reproduit cette carte dans son ouvrage capital : ***Die Haustiere und ihre Beziehungen zur Wirtschaft der Menschen***, Leipzig, 1896. Ce serait une heureuse idée que de tirer de cette carte une carte murale que les élèves devraient avoir sous les yeux durant toutes les leçons d'histoire du commerce et de géographie commerciale. — Les représentations géograhiques, même très générales, sont toujours très « parlantes »; que de réflexions et que de commentaires précieux pour les élèves permettrait la comparaison entre les 2 cartes dressées par Vierkandt, (comme illustrations de ses articles *Die Kulturformen und ihre geographische Verbreitung) : I, Die Verbreitung der Kulturtypen im 16. Jahrhundert;* et *II, Die Verbreitung der Kulturtypen in der Gegenwart,* (*Geographische Zeitschrift,* III, 1897, Tafel 2 et 3). — Au sujet de ces formes diverses de l'activité économique, on peut tirer profit de quelques vues synthétiques de A. Oppel (p. 97 et suiv. de son article *Uebersichten der Wirtschaftsgeographie, Wirtschaftsgeographische Begriffe und Zahlenwerte,* dans *Geographische Zeitschrift,* II, 1896, p. 95-106); on relira aussi avec intérêt la communication que l'auteur avait faite au Congres de Berne, en 1891 : *Ueber wirtschaftsgeographische und entdeckungs-*

Nous avons une tendance à croire que partout dans le monde les hommes sont ce qu'ils sont chez nous; et le commerçant français, partant de cette conception instinctive, se figure plus que tout autre, que les hommes ont partout les mêmes goûts et les mêmes besoins.

geschichtliche Karten und deren Verwendung im Unterrichte (Compte rendu du V^me^ Congrès international des Sciences géographiques tenu à Berne du 10 au 14 août 1891, Berne, Schmid et Francke, 1892, p. 331-337). — Pressé par le temps, nous n'avons pas pu développer, au Congrès, comme nous l'aurions voulu, les dernières parties de cet exposé; il eût fallu insister, en particulier, sur ce que nous entendons introduire des faits économiques et sociaux dans l'enseignement de la géographie économique. Nous ne saurions mieux faire que de renvoyer à l'un des meilleurs articles qui aient été écrits sur l'enseignement de la géographie; nous voulons parler de cet article de M. Paul de Rousiers, *L'enseignement de la géographie et la Science sociale*, qui a paru dans *La Science sociale*, XVII, (1894) p. 245-258, puis, qui a été traduit en anglais et a paru dans *The Scottish geographical Magazine*, X, (1894) p. 82-90. Nous l'avions déjà signalé dans notre leçon d'ouverture du cours de *Méthode géographique* au Collège libre des Sciences sociales (Paris), leçon qui a paru dans la *Quinzaine* (*Les principes de la géographie moderne*, XVIII, 1897, p. 21-38, 239-255); mais, comme nous n'avons pas pu, nous-même alors, entrer dans les détails nécessaires, on nous permettra de citer quelques-uns des passages essentiels de l'article en question. M. P. de Rousiers voit très bien les difficultés et les dangers de l'enseignement actuel de la géographie; cet enseignement risque de devenir encyclopédique, et d'aboutir à la confusion (p. 246); mais il y a un moyen d'éviter l'incohérence indigeste des notions compilées de droite et de gauche, en excluant de l'enseignement élémentaire de la géographie et, en particulier, de la géographie économique tous les faits économiques et sociaux qui ne sont pas dans un rapport simple et facile à saisir avec les conditions générales du sol et du climat. « Si le rapport qui les lie aux conditions physiques est un rapport simple, facile à voir et direct, ils pourront, à juste titre, être mentionnés dans les ouvrages de géographie *élémentaire* : si, au contraire, ils ne se rattachent à ces conditions que par un rapport compliqué, difficile à démêler, ou indirect, il faut les réserver pour les ouvrages d'études » (p. 252). Puis, M. de Rousiers aborde les exemples. Il doit faire une leçon sur l'Asie centrale. Il commence par la description physique du pays. Ensuite, « il me faudra parler du travail, car il est ici une conséquence directe des conditions physiques qui ne permettent que la croissance spontanée des herbes et interdisent la culture; seul, le pâturage est possible. Et il n'est possible qu'avec la vie nomade et le libre parcours, par conséquent, sous un régime de propriété où la terre est commune à tous. J'indiquerai, par quelques exemples, comment une fabrication domestique peu compliquée tire les vêtements, les tapis et autres objets utiles des matières premières fournies par le troupeau. Je décrirai cet atelier dont la forme patriarcale et les procédés traditionnels sont imposés par les circonstances, je montrerai l'autorité souveraine et nécessaire du patriarche, le groupement des jeunes ménages au même foyer, les habitudes de respect, de docilité qui en résultent. Je donnerai aussi quelques détails sur la nourriture dont le lait est la seule base, sur la tente mobile si différente de nos maisons de pierre ou de brique, sur la façon de se vêtir, de se divertir, de s'instruire, sur l'absence du gouvernement superposé à la famille, sur le rôle

de la nourriture courante et de la boisson coutumière. Le Français mange à ses repas beaucoup plus de pain que l'Allemand ou l'Anglais ; en revanche, l'Allemand et l'Anglais consomment plus de pommes de terre cuites à l'eau. — Le paysan russe boit du thé, et chez les plus modestes familles de la campagne, vous trouvez un *samovar*. — Dans le ménage suisse, surtout dans la Suisse allemande, le lait mêlé au café joue un rôle exceptionnel, figurant comme mets substantiel et essentiel aux deux, trois ou quatre repas de la journée. — Combien de populations maritimes ne se nourrissent que de poisson ! — Quelles différences entre ces catégories économiques que nous appellerions volontiers les peuples à vin et les peuples à bière, les peuples à blé et les peuples à riz ! etc. — Faits secondaires, direz-vous peut-être. Faits premiers et très significatifs, au contraire. — C'est ici d'ailleurs qu'il serait utile et facile d'appliquer à la géographie économique ce principe de tout enseignement géographique, à savoir qu'il faut « aller le plus possible du connu à l'inconnu ». — Comme introduction à la géographie générale du vêtement, ne serait-il pas intéressant d'indiquer et expliquer brièvement à des élèves quelle lutte se livrent sur leur propre dos les textiles végétaux et les textiles d'origine animale, et de partir de leurs chemises de toile ou de leurs pardessus de drap pour conduire leurs réflexions jusqu'à un premier groupe d'intéressants aperçus de géographie économique ?

Ne croyez-vous pas que l'exposé rapide et raisonné de faits de cet ordre disposeraient les esprits à comprendre que tous les besoins de la consommation sont gouvernés par de vieilles inclinations, par des caprices traditionnels ou par des habitudes plus récemment

« Et lorsque vous êtes en présence des pays neufs, pourquoi ne pas faire ressortir les avantages ou les obstacles que présentent à la colonisation tel ou tel de leurs caractères physiques ? Il est très simple de montrer que le climat continental de la massive Australie s'oppose au peuplement de ses terres intérieures, tandis que les îles étroites de la Nouvelle-Zélande offrent partout des conditions d'humidité favorables à la culture. On peut indiquer le rôle colonisateur des mines d'or de la Californie, qui ont donné un si grand renom à ces Etats et y ont attiré des travailleurs devenus, plus tard, colons agricoles. Quelles curieuses réflexions à faire aussi sur cette immense vallée du Mississipi, utilisée jadis, seulement comme terrain de chasse par les Indiens, devenue, aujourd'hui, un des greniers du monde moderne ? Ces vastes étendues sans bois, parfois sans pierres, auraient été bien difficilement utilisables si les transports rapides à la vapeur n'étaient pas venus les relier aux forêts du Nord et aux pays industriels de l'Est..... »

Et M. Paul de Rousiers conclut : « En devenant plus scientifique, l'étude de la géographie devient aussi plus attrayante et plus aisée. » (p. 258.)

acquises, inclinations, caprices et habitudes qui sont liés, dans une certaine mesure, aux conditions géographiques, ou qui influent du moins sur certains courants de la géographie économique et commerciale? En tout cas, l'homme n'est pas partout le même, et il n'a pas partout la même organisation de sa vie. De telles notions sur la variété des besoins de l'homme ne seraient-elles pas la meilleure initiation à cette idée fondamentale de toute entreprise commerciale, c'est que l'on ne trouve pas à « servir » partout les mêmes besoins, et que les mêmes besoins ne doivent pas être partout « servis » de la même manière ?

En somme, cette addition au programme actuel de la géographie économique procède de la même inspiration que l'orientation générale qui nous paraît à tous désirable : Soyons des géographes, c'est-à-dire restons bien sur la terre. Quittons les hauteurs embrumées de l'abstraction, et revenons-en toujours au domaine de l'activité réelle, de l'humanité et de la vie.

JEAN BRUNHES,

Professeur de Géographie à l'Université de Fribourg (Suisse), et au Collège libre des Sciences sociales de Paris.

ANNEXE

A la suite de la communication qu'on vient de lire, il s'est élevé, à la 4me section du Congrès international de géographie économique et commerciale, une très sérieuse et longue discussion. Certains ont énergiquement soutenu l'opinion que, dans tout enseignement même élémentaire de la géographie économique, les statistiques devaient occuper la première place et être regardées comme la partie essentielle. Grâce à cette discussion, aussi vive que courtoise, on peut affirmer que les membres de la section se sont prononcés en toute connaissance de cause, en se rendant bien compte qu'ils se trouvaient en face de deux thèses directement opposées, de deux orientations contraires de l'enseignement de la géographie économique.

La section s'est ralliée aux idées émises par le rapporteur, et elle a adopté à l'unanimité (moins 2 voix), le vœu que celui-ci avait rédigé et proposé :

« La 4me section émet le vœu :

« 1° Que l'enseignement de la géographie économique n'use qu'avec *ménagement* des grandes évaluations statistiques, et qu'avec *prudence* des valeurs abstraites fournies par le calcul des moyennes ;

« 2° Que cet enseignement, destiné à former les jeunes esprits à une conception réelle et non abstraite de la vraie répartition et localisation des faits économiques, préfère toujours les représentations vraiment géographiques, même approchées, aux représentations purement statistiques même rigoureuses. »

ZUSAMMENFASSUNG.

Psychologische und pädagogische Unterschiede zwischen der statistischen und der geographischen Auffassung der Wirtschaftsgeographie. — Statistische Darstellungen und geographische Darstellungen.

Vortrag, gehalten in der Unterrichtssektion des internationalen Congresses für Wirtschafts- und Handelsgeographie, Paris, 27.-31. August 1900.

Der Verfasser untersucht, welchen praktischen Beitrag die Statistik dem Unterricht in der Wirtschaftsgeographie liefern soll.

Er erörtert nacheinander : 1. die allgemeinen statistischen Zählungen und Schätzungen ; 2. die statistischen Mittelzahlen ; 3. die bei Statistiken übliche graphische Darstellungsweise ; dann weist er die Verschiedenheit zwischen der Statistik und der wirtschaftlichen Geographie nach ; man soll die eine dieser Disciplinen nicht mit der andern verwechseln, und zwar

ad 1. sollen diese allgemeinen Zählungen und Schätzungen auf das Wesentliche beschränkt und stets in Tabellen auf einige Grundziffern als Vergleichsnormen zurückgeführt werden, sodass Vergleiche ins Auge springen ;

ad 2. wird es gut sein, nur solche statistische Mittelzahlen anzuführen, welche *thatsächlichen* geographischen Verhältnissen entsprechen und so den richtigen Massstab einer gewöhnlichen, geläufigen Thatsache bilden ;

ad 3. soll man beim Unterricht in wirtschaftlichen Fragen nur wahrhaft geographische Darstellungen anwenden, d. h. solche, welche die wirkliche Verteilung und exakte Lokalisation derartiger Erscheinungen zeigen.

Nach diesen drei kritischen Paragraphen schliesst Verfasser mit

einer positiven Ausführung ab, indem er den Unterricht in der Wirtschaftsgeographie charakterisiert und dessen Methodik bestimmt.

Dieser Unterricht muss sich direkt an die rationelle und erklärende Methodik des allgemeinen geographischen Unterrichts anlehnen und sich auf die physikalische Geographie stützen. (Als Beispiel wurden die allgemeine Verbreitung der Baumwolle in der Welt und die der Kohle in Europa erörtert.)

In Handelsschulen sollte der Unterricht in der wirtschaftlichen Geographie durch eine Erklärung der kritischen und darstellenden Methodik der Statistik vervollständigt werden. Zu wünschen wäre eine Beschränkung der Zahlenangaben, dagegen eine grössere Berücksichtigung der Methode.

Endlich sollte dieser Unterricht dem Menschen einen grössern Platz einräumen, z. B. durch Hinweise auf die wirtschaftliche Bedeutung der verschiedenen Arbeitskräfte und durch charakteristische Andeutungen über die Anthropogeographie in Bezug auf Nahrungs-, Kleidungs- und Wohnungsverhältnisse.

Im Anschluss hieran folgt der von der Unterrichtssektion des internationalen Congresses für Wirtschafts- und Handelsgeographie angenommene Beschluss.

ERRATA ET ADDENDA

Fascicule 1 :

Page 10, lignes 8 et 9. — *Au lieu de :* vers la droite; *lire :* vers la gauche.

Fascicule 2 :

(L'auteur se trouvant dans les environs du Caire au moment de la publication de ce fascicule, n'a pu revoir la dernière épreuve; de ce fait, quelques légères fautes orthographiques sont encore à corriger.)

Page 25, ligne 14. — Au lieu de : *el-ʿAlāmên;* lire : *el-ʿAlamên.*

P. 27, l. 12. — *Au lieu de :* Gepäck; *lire :* Gebäck.

P. 29, l. 12. — Au lieu de : *Ḳasr;* lire : *Ḳaṣr.*

P. 30, l. 22. — Au lieu de *el-ʿAlāmên;* lire : *el-ʿAlamên.*

P. 31, l. 3. — Au lieu de : *el-Ḥigālije;* lire : *el-Higālîje.* — Au lieu de : *al-ḥágul;* lire : *al-hágul.*

P. 31, l. 14. — Au lieu de : *Rîʿ el-Kettane;* lire : *Rîʿ el-Keṭṭane.*

(D'autre part, M. le prof. J.-J. Hess, poursuivant ses études et son enquête onomastiques, a pu donner à quelques problèmes de détail qu'il avait abordés une solution plus précise, ou confirmer d'une manière plus certaine la solution qu'il avait proposée) :

P. 15, l. 3. — Au lieu de : *Rîʿ e-Sâmī*, comme écrit HUBER; lire : *Rîʿ e-Sâfī.*

P. 16, note 3. — Rayer cette note : l'île est appelée *Geẓîret el-Mifsâka.*

P. 25, l. 27. — *Au lieu de :* höchst wahrscheinlich =; *lire :* der alte Name von.

P. 29, note 1. — D'après une lettre d'*Abd el-Ḳâder*, l'auteur a appris qu'effectivement *Ḳahwet el-ʿAbd* se trouve dans le voisinage d'une colline de couleur sombre.

P. 33, l. 8 et 9. — Rayer : « *Wâdī Fâṭme* oder ».

Sur la carte : *Die Strasse von Gidde*, etc., au lieu de *Geẓîret Mifsaḳa:* lire : *Geẓîret el-Mifsâka.*

TABLE DES PLANCHES ET FIGURES

Planches stéréoscopiques : Petits cristaux de givre accumulés sur une haie . . . . . Pl. I

Arêtes et crevasses de glace dans la partie inférieure ou frontale du glacier supérieur de Grindelwald. . . . Pl. II

Un talus dégradé et modelé par le ruissellement des eaux pluviales . . . . . Pl. III

Deux marmites glaciaires (Gletschermühlen) du col de Maloja (Haute Engadine) . . . . . Pl. IV et V

Chaos de débris de marmites sur un des îlots granitiques de la cataracte d'Assouan (Haute-Egypte). . . . . Pl. VI

Extrémité de la falaise calcaire du Mokattam, près du Caire Pl. VII

Petite touffe de *zygophyllum coccineum,* appelé en arabe *balbâl* . . . . . Pl. VIII

Deux marmites du canal de décharge de la Maigrauge, près de Fribourg (Suisse) . . . . . Pl. IX et X

Die Strasse von Gidde nach Mekka nach Huber, à 1 : 400.000, von J.-J. Hess . . . . . Pl. XI

Planimétrie et Hypsométrie de l'extrémité Nord des Euganéens, à 1 : 50.000 . . . . . Page 38

Faille entre la *scaglia* et la roche à faciès de *biancone*. Colline de Frassenella . . . . . Pl. XII

Vue générale d'une carrière de *scaglia* avec des fractures et un puits rempli en partie d'argile. Frassenella . . Pl. XIII

Puits dans la *scaglia* de Frassenella. Environs de la maison Papafava . . . . . Pl. XIV A.

Puits naturel dans la *scaglia*, mis à jour par les travaux de carrière . . . . . Pl. XIV B.

Couches de *scaglia* avec fausse interstratification d'argile. Frassenella . . . . . Pl. XV A.

Morceau de *biancone* avec des sutures analogues à celles des os du crâne (Grandeur naturelle). Frassenella . . Pl. XV B.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Fascicule 1. — Un nouveau procédé de reproduction appliqué à l'étude et à la représentation des faits géographiques : Phototypie stéréoscopique, par JEAN BRUNHES 1

Zusammenfassung 12

Fascicule 2. — Die geographische Lage Mekkas und die Strasse von Gidda nach Mekka, von J.-J. HESS 13

Anhang 33

Résumé 34

Fascicule 3. — Sur l'action de l'eau dans la *scaglia* de Bastia (Monts Euganéens), et sur l'évaluation approximative de la corrosion, par S. SQUINABOL 37

Zusammenfassung 44

Fascicule 4. — Différences psychologiques et pédagogiques entre la conception statistique et la conception géographique de la géographie économique : représentations statistiques et représentations géographiques, par JEAN BRUNHES 45

Annexe 106

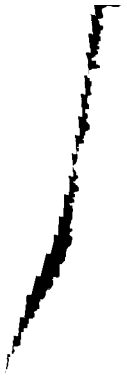
Zusammenfassung 107

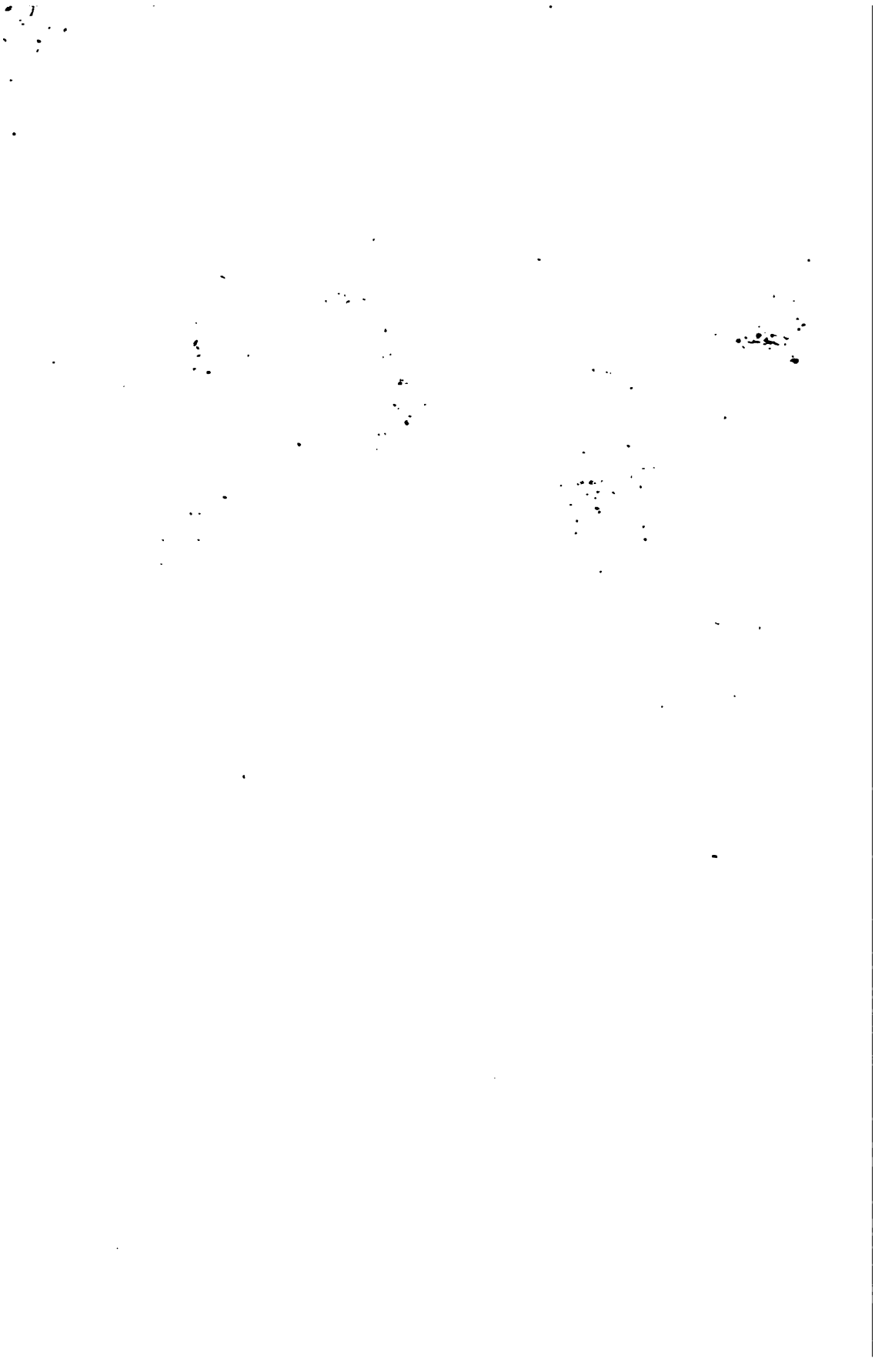
Errata et Addenda 109

Table des Planches et Figures 110

Table des Matières 111

Fribourg (Suisse). — Imprimerie de l'Œuvre de Saint-Paul.





E54.97
.678

STANFORD
MAY
GEOLOGY

Vol. II. GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE. Band II.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

MITTEILUNGEN
DER
NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
IN
FREIBURG (SCHWEIZ)

Fasc. 1. — **S. Squinabol.** — La flore de Novale (étude de paléontologie végétale), avec 5 grandes planches hors texte. P. 1—97.

Fasc. 2. — **R. de Girard.** — Tableau des terrains de la région fribourgeoise. P. 99—108.

Fasc. 3. — **Paul Privat-Deschanel.** — Introduction à l'étude géographique du Beaujolais, Tectonique et géologie, avec 5 planches hors texte. P. 109—152.

Fasc. 4. — **Jean Brunhes.** — Le travail des eaux courantes : la tactique des tourbillons, avec 5 grandes planches hors texte. P. 153—224.

FRIBOURG (Suisse)
IMPRIMERIE FRAGNIÈRE FRÈRES

1901—1902

TABLE DES MATIÈRES

Vol. II.

Pages.

FIRMIN JAQUET, inst. — VII. Contribution à l'étude de la flore fribourgeoise . . . . . 1—24

J. AEBISCHER, prof. — II. Contribution à l'étude de la flore cryptogamique fribourgeoise. I. Les Muscinées observées dans le canton de Fribourg. I. Les Mousses . . . . 25—44

FIRMIN JAQUET, inst. — VIII. Contribution à l'étude de la flore fribourgeoise. Excursion botanique dans la chaîne des Morteys . . . . . 45—60

FIRMIN JAQUET, inst. — IX. Contribution à l'étude de la flore fribourgeoise avec des descriptions d'Alchimilles et une clef analytique pour les Alpinæ fribourgeoises, par R. BUSER . . . . . 61—80

Dr ED. MOTSCHI. — III. Contribution à l'étude de la flore cryptogamique fribourgeoise. Die Bacillariaceen von Freiburg und Umgebung, mit 1 Karte und 1 Tafel . . . 81—240

II, Fasc. 1. GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE II, Heft 1.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

MITTEILUNGEN
DER
NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
IN
FREIBURG (SCHWEIZ)

LA FLORE DE NOVALE

ÉTUDE DE PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE

PAR

S. SQUINABOL

PRIVAT-DOCENT A L'UNIVERSITÉ DE PADOUE

FRIBOURG (Suisse)
IMPRIMERIE FRAGNIÈRE FRÈRES

1901

PRÉFACE

En 1824 Maraschini [1]) indiquait le premier la présence d'empreintes de feuilles fossiles dans les calcaires marneux de Novale ; mais les premières notices précises datent seulement de 1851, lorsque Massalongo [2]) faisait connaître comme provenant de ce gisement les espèces suivantes :

Sphaerites excipuloides Mass ; Comptonia Chironis Mass; Fagus atlantica Ung ; Getonia antholitus Ung ; Eugenia Lazizeana Mass ; Juglans pristina Ung ; Cassia phaseolites Ung.

Deux ans plus tard, le même auteur, dans une addition à son mémoire : *Plantae foss. novae* etc. [3]), donne une nouvelle série de plantes de Novale, parmi lesquelles il y en a cinq encore inédites et qu'il désigne sous les noms suivants : Juglans Novalensis Vis. et Mass. ; Apocynophyllum Glossopteris Vis. et Mass. ; Taeniopteris affinis Vis. et Mass. ; T. crassicosta Vis. et Mass. ; Dombeyopsis vitifolia Vis. et Mass.

De cette dernière espèce et d'une autre du même genre, Dombeyopsis Beggiati, M. Massalongo donne la description

---

[1]) Maraschini P. — Saggio geologico sulle formazioni delle rocce del Vicentino. — Padova 1824.

[2]) Massalongo A. — Sopra la piante fossili dei terreni terziarii del Vicentino. — Padova 1851.

[3]) Massalongo A. — Plantae fossiles novae in formationibus tertiariis Regni Veneti nuper inventae. — Veronae 1853.

dans sa *Monographie sur les Dombeyacées fossiles,* en 1854 [1]). Peu de temps avant la publication de ce mémoire, mais dans la même année, venait de paraître la *Synopsis plantarum Florae tert. Novalensis* en collaboration avec M. De Visiani [2]) dans laquelle se trouvait un catalogue de 73 espèces de Novale avec leur description et avec l'indication de figures qui parurent dans un autre ordre et en plus petit nombre, deux ans plus tard en un ouvrage de plus grande importance.

De ces 73 espèces, 22 sont données comme nouvelles, (si l'on ne tient pas compte des précédentes ou de celles qui ont été citées sous d'autres noms). Les voici :

Poacites Novalensis ; Smilacites Novalensis ; Zosterites Vicetina, Z. latissima, Z. exilis ; Pinites Lepidostrobus ; Myrica Berica ; Quercus Agni ; Ficus rhombifolia, F. affinis, F. infernalis ; Salicornia Donatiana ; Daphnogene Novalensis ; Malpighiastrum rotundifolium ; Celastrus pachyphylla ; Juglans Cardiospermum ; Pyrus ambigua, P. coriacea ; Palaeolobium Novalense ; Cassia dimidiata ; Acacia Henetorum ; Calycites lythroides.

En outre on y rectifie le nom ou la localité de quelques autres espèces.

Et nous arrivons enfin à l'ouvrage le plus important sur les feuilles fossiles de Novale [3]), ouvrage dans lequel ne sont ajoutées que deux espèces à celles de la *Synopsis,* c'est-à-dire Myrica Aloysiaefolia Mass. et Halimodendron ? tetraphyllum Mass. — Il faut cependant noter que ces mêmes espèces avaient été antérieurement décrites par M. Massalongo, mais comme provenant l'une de Salcedo et l'autre de Chiavon. Le mémoire est suivi de 13 planches avec 62 figures, au lieu de

---

[1]) Massalongo A. — Monografia delle Dombeyacee fossili fino ad ora conosciute. — Verona 1854.

[2]) De Visiani R. et Massalongo A. — Synopsis plantarum florae tertiariae Novalensis. — Diario Bot. Ratisbonensi. — N° 8. 1854.

[3]) De Visiani R. et Massalongo A. — Flora de Terreni terziarii di Novale nel Vicentino. — Mem. R. Accad. Sc. di Torino. — Serie II. Tom. XVII. — Torino 1856.

120 qui avaient été en quelque manière promises dans la *Synopsis*. De cette modification concernant le nombre des figures, les auteurs nous avertissent à la pag. 13 de la même flore.

Elle est bien étrange la facilité avec laquelle dans cet ouvrage on a créé des espèces nouvelles et la confusion qu'on y a faite de feuilles fossiles provenant d'autres localités.

On doit par exemple rejeter : Betula elegans ; Fagus castaneaefolia, F. Feroniae ; Ulmus quercifolia. La roche sur laquelle ces empreintes figurent n'est point de Novale, mais de Chiavon et de Salcedo.

Je dois encore remarquer que ni dans les nombreux échantillons que j'ai eus entre les mains, ni dans ceux que j'ai recueillis moi-même, ni dans les innombrables débris que j'ai vus sur les lieux, je n'ai jamais vu la plus petite trace de ces espèces.

Cette confusion n'est pas du reste entièrement imputable aux auteurs, mais en grande partie à celui qui fournissait les échantillons. Celui-ci mettait dans le commerce sans le moindre scrupule des fossiles d'une localité en les donnant comme trouvés dans une autre. J'en ai eu la preuve dans la collection du Musée de Florence, formée par le même individu qui avait procuré les échantillons à MM. Massalongo et Visiani ; plus de la moitié des espèces qui y figuraient comme étant de Novale, étaient au contraire de Chiavon. En tout cas ce que je ne comprends pas, c'est, comme je l'ai dit, la facilité avec laquelle on a fait dans cette flore des espèces nouvelles.

J'en donne quelques exemples.

Le *Ficus rhombifolia* est appuyé sur un fragment de feuille, qui est tronqué par hasard à la partie inférieure comme l'indique la figure, de manière qu'il en résulte un contour quadrangulaire. Il n'y a pas de pétiole, et l'on ne pouvait nullement présumer si la feuille pouvait en avoir un, et, dans ce cas, s'il devait ou pouvait être long ou court ; les nervures, comme la figure le laisse entrevoir, ne sont pas à angle droit, mais elles font un angle de 65° environ avec la nervure médiane. En somme il s'agit d'un fragment qu'on ne peut pas

classifier. Dans le même état se trouve *Ficus affinis*, espèce fondée principalement sur la non existence des nervures secondaires. J'en ai eu d'autres échantillons et bien que généralement on n'y voie pas de nervures, — parce que la feuille ayant été plutôt charnue avait les nervures enfoncées dans le parenchyme et la couleur uniforme due à la fossilisation empêche de les distinguer, — toutefois ça et là on réussit à les reconnaître. Du reste on pouvait bien présumer à priori qu'une nervation quelconque devait y exister. En tous cas, le *Ficus affinis* n'est pas classifiable avec certitude, et je le maintiens avec bien des doutes sous ce genre.

Les deux *Dombeyopsis* (D. Beggiati et D. Vitifolia) sont évidemment la même chose, et c'est seulement la différence des positions qu'elles ont sur la pierre qui les fait paraître différentes à première vue. On peut en dire autant des *Taeniopteris affinis* et *Taeniopteris crassicosta*. Le *Celastrus pachyphyllus*, dont j'ai eu l'original entre les mains, n'est qu'un échantillon mal conservé et aplati de la *Juglans Novalensis* de Vis. et Massalongo, et je crois au contraire, avec Unger, qu'il appartient à une Jnga.

Mais laissons pour le moment les exemples qu'on pourra trouver dans la description des espèces.

Après ce dernier ouvrage on n'a plus rien écrit de bien important sur la flore de Novale.

Dans ses *Etudes paléontologiques*, M. Massalongo [1]) corrige en *Corallinites Donatiana* la *Salicornia Donatiana*, et dans son *Syllabus* [2]) il ajoute six espèces à celles déjà connues, c'est-à-dire : Quercus tephrodes, Cinnamomum lanceolatum, Vaccinium acheronticum (avec doute), Sapindus novalensis, Terminalia potaliaefolia, Equisetites venetus. Des trois dernières qui devraient être nouvelles, il n'est donné que le nom, et il est en conséquence impossible de savoir de quelles plantes il s'agissait. On trouve en outre dans le même *Syllabus*

---

[1]) Massalongo A. — Studi Paleontologici. — Verona 1856.

[2]) Massalongo A. — Syllabus Plantarum fossilium hucusque in formationibus tertiariis agri veneti detectarum. — Veronae 1859.

une correction à propos de *Dombeyopsis vitifolia* qu'il attribue au genre *Acer*, en l'appelant *Acer Novalensis*.

Je citerai enfin M. Unger qui déclare dans sa flore fossile de Radoboj [1]) avoir retrouvé à Parschlug la *Juglans Novalensis* Vis. et Mass. Il en discute la position systématique et en vient à la conclusion, exacte selon moi, qu'il s'agit d'un fruit de *Jnga*.

Tels sont les travaux qui traitent de la flore de Novale. Je laisse bien entendu de côté tous les travaux qui en discutent la place chronologique. J'en dirai seulement quelques mots dans les conclusions.

M'étant proposé de faire peu à peu une revision des flores tertiaires de la Vénétie, je me suis occupé, après celle de Teolo, de la flore de Novale, dont j'avais sous la main d'abondants matériaux, formés en partie par la collection originale De Visiani conservée au jardin Botanique de l'Université de Padoue, en partie par les collections du Musée géologique de la même Université, y compris les collections de feu le Baron De Zigno. J'ai pu avoir aussi en communication la belle collection du Dr Dal Lago de Valdagno, (qui a bien voulu en outre m'accompagner sur place et me fournir tous les éclaircissements que sa longue expérience des lieux rendait très précieux), et la riche collection du Musée de Florence que M. le Prof. De Stefani a mise à ma disposition, avec bon nombre de feuilles fossiles de Chiavon dont je parlerai dans une note prochaine.

Je n'ai pu avoir les spécimens de la collection du Musée municipal de Vicence et principalement ceux de la collection Pasini, dont on n'a pas voulu se priver même temporairement, ni ceux du Musée de Vérone, qui d'ailleurs ne pourraient guère servir après l'inondation de l'Adige qui en détruisit les étiquettes et rendit ainsi inutiles beaucoup de matériaux. En un mot j'ai eu entre les mains plus d'un millier

---

[1]) Unger F. — Die fossile Flora von Radoboj. — Wien 1869.

d'échantillons, parmi lesquels bon nombre portaient les étiquettes originales de Massalongo ; ces échantillons m'ont permis d'examiner de nouveau presque toutes les espèces illustrées par les deux savants et en outre d'en doubler le nombre.

J'aurais même pu avec toute facilité en augmenter encore le nombre si j'avais eu le caprice des espèces nouvelles. Mais les feuilles de Novale offrent à qui veut les étudier une grande difficulté ; tandis que la forme générale est presque toujours bien conservée, les détails de la nervation sont loin d'être aisés à saisir ; car les feuilles étaient à parenchyme très épais, les nervures y sont comme noyées, et sur le parenchyme ne se détachent que très vaguement les nervures principales et presque jamais le réticule veineux.

Il est ainsi bien facile d'être induit en erreur et même de se trouver dans l'impossibilité de déterminer certaines feuilles, quoiqu'elles soient en apparence très bien conservées. J'ai donc préféré en laisser un certain nombre sans classification jusqu'à ce que j'en pusse trouver des échantillons meilleurs, et en placer bien d'autres dans des espèces déjà connues plutôt que d'en créer de nouvelles, comme on aurait pu probablement le tenter, si certains caractères avaient été plus distincts.

Malgré cela, on pourra voir que sur certaines espèces je conserve quelques doutes, mais la probabilité est si grande sur leur attribution que je n'ai pas craint de l'indiquer.

Je dois maintenant avertir le lecteur que dans les environs de Novale on trouve deux flores fossiles bien distinctes, et dont les échantillons étaient confondus dans toutes les collections, excepté dans celle de M. le Dr Dal Lago.

La première, dont je fais ici la description se trouve dans la Valle delle Fosse dei Rossati et appartient à l'Eocène moyen, ainsi qu'il résulte des *Alvéolines* que l'on trouve mêlées aux feuilles ; l'autre est dans la localité dite Croce del Massignan et, selon les vues de M. Dal Lago, elle appartien-

drait à l'Eocène inférieur (Horizon du Monte Spilecco) [1]). De cette dernière bien pauvre et très mal conservée, je traiterai prochainement dans une petite note.

On verra dans les conclusions quelle place chronologique doit être assignée à la Flore des *Fosse dei Rossati.*

---

[1]) Dal Lago D. — Note geologiche sulla Val d'Agno. — Valdagno 1899.

N.-B. Dans la *synonymie* je cite toujours Visiani et Massalongo. Des autres auteurs je ne donne ordinairement que ceux qui ont parlé les premiers de l'espèce en question, ou ceux qui ont donné des figures très voisines des échantillons de Novale. Pour le reste je renvoie ou au Traité de Paléontologie végétale de *Schimper,* ou à la *Flora tertiaria italica* de *Meschinelli* et *Squinabol.* J'ai suivi cette dernière en ce qui regarde l'ordre des familles.

Quant aux abréviations qui suivent la synonymie :

C. M. Fl.	veut	dire.	Collection du Musée de Florence.
C. J. B.	»	»	Coll. du jardin Botanique (Padoue).
C. M. G.	»	»	Coll. Musée Géologique (Padoue).
M. C.	»	»	Ma collection.
C. M. V.	»	»	Coll. Musée municipal de Vicence.

Lorsque après le numéro en gros caractères vient un numéro ou une lettre entre parenthèses, cela signifie que sur la même pierre il y a plus d'une feuille et le numéro ou la lettre se réfère à la feuille indiquée dans l'échantillon qui porte le numéro donné en gros caractère.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

Div. Thallophyta

Subd. **Fungi.**

Cl. **Pyrenomyceteae.**

Fam. Sphaeriaceae.

Gens. Sphaerites. Ung.

1. **Sphaerites excipuloides.** Mass.

1851. Sphaerites excipuloides. Mass. — Sopra piante foss. Vic., p. 59.

1856. Sphaerites excipuloides. Mass. et Vis. — Flora, foss. Nov. p. 9, pl. I, fig. 5 A.

1898. Sphaerites excipuloides. Mesch. — Fungorum foss. omnium hucusque cogn. Iconographia. p. 31, pl. XII, fig. 19.

N'ayant pu avoir l'original de Massalongo, je donne cette espèce sur la foi de cet auteur.

Subd. **Algae.**

Cl. **Confervaceae.**

Gen. Plocarites. Mass.

2. **Plocarites multifidus** (Sternb) Mass. — Pl. I, fig. 1, 2.

1821. Zonarites multifidus. Sternb. —Vers. II, p. 34.

1852. Zonarites multifidus. Ung. — Iconograph. p. 6, pl. I, fig. 4-5.

C. J. B. nos 369-383.
C. M. G. nos 4915-4918, 4920-4925, 4930.

Tous les exemplaires sont en général bien conservés, mais on ne peut voir dans aucun la trace de la structure.

Certains spécimens (no 369 C. J. B. et 4921, 4924 C. M. G.) présentent des filaments plus grêles et très longs, qui ne se dichotomisent pas même sur des longueurs de 15 cm. et qui se divisent seulement vers l'extrémité.

Les fig. 1-2 montrent très bien ce fait.

On pourrait, selon moi, en faire une variété, que je nomme var. *novalensis*, caractérisée, comme je l'ai dit, par les filaments plus grêles et ne se divisant que très près de l'extrémité.

Cette variété, dans les spécimens qui ont les filaments très touffus, ressemble assez au *Chondrides Hörnesii* Ett. (Die foss. Alg. d. Wiener und Karpathen-Sandstein, p. 20, taf. I, fig. 5.)

Gen. Thorea, Bory.

3. **Thorea intermedia** Ung. (non Mass. nec Ung. Iconogr.), pl. I, fig. 3.
1869. Thoraeites intermedia Ung. — Die foss. Flora v. Radoboj., p. 14, pl. IV, fig. 1.

C. M. G. 4926-4927.

M. Massalongo avait crée dans son : *Schizzo geognostico S. Valle del Brogno* etc., trois espèces fossiles du genre *Thorea* qui par le même auteur ont été plus tard et avec raison transportées dans les *Nereites*, c'est-à-dire dans les Vers. Cependant Unger dans son Iconographie avait figuré une des espèces qui doit subir le même sort que celles de Massalongo. Mais dans sa *Fossile Flora von Radoboj*, Unger figure et décrit sous le nom de *Thorea intermedia* une véri-

table algue parfaitement semblable aux échantillons que j'ai eus de Novale. C'est ainsi que j'accepte cette espèce dans le sens et selon la figure de Unger, tandis que je rejette comme n'étant pas des algues les *Thorea* de Massalongo, la *Thorea intermedia* de Unger (Iconographie pl. I, fig. 3), et le *Confervites Thoreaeformis* Brongn. (Histoire véget. foss. I, p. 86, pl. IX bis, fig. 3-4).

Cl. **Florideae.**

Gen. Corallinites Ung.

4. **Corallinites Donatiana.** (Vis. et Mass.) Mass.

1854. Salicornia Donatiana Vis. et Mass. — Synopsis pl. tert. Nov. n° 29, p. 6.
1856. Salicornia Donatiana. Vis. et Mass. — Flore foss. Nov. p. 25, pl. VI, fig. 2.
1856. Corallinites Donatiana. Mass. — Studi Paleont. p. 44, pl. VI, fig. 3.

Je cite cette espèce sur la foi de Visiani et de Massalongo, n'ayant pas vu l'exemplaire typique, ni aucun autre spécimen de la même algue.

Cl. **Furaceae.**

Gen. Cystoseira Ag.

5. **Cystoseira communis** (Ung) Schimp. — Pl. I, fig. 4.

1847. Cystoseirites communis. Ung. — Chloris prot. p. 125, pl. XXXIII, fig. 1, 2.
1847. Cystoseirites affinis. Ung. — Loc. cit. p. 126, pl. XXXIX, fig. 3.
1855. Cystoseira communis. Heer. — Fl. tert. Helv. I, p. 23, pl. III, fig. 5.— III, p. 149.
1865. Cystoseirites communis. Sism. — Matériaux, etc., p. 396, pl. II, fig. 1, et pl. VI, fig. 10.

1869. Cystoseira communis. Sch. — Traité de Bot. foss. I, p. 188, pl. IV, fig. 5.
1869. Cystoseira affinis. Sch. — Loc. cit. p. 188.

C. M. Fl. 233.
M. C.

J'ai vu seulement deux exemplaires de cette espèce et j'en figure le plus beau. Schimper avait déjà entrevu l'identité de *C. affinis* avec *C. communis*, mais sans se décider à en faire une seule espèce.

Div. Embryophyta Zoidiogama.

Subdiv. Pteridophyta.

Cl. Equisetineae.

Fam. Equiseteae.

Gen. Equisetum. Linn.

6. **Equisetum sp.**

C. M. Fl. 354. 485.

Ce sont deux fragments de gaine appartenant peut être à l'*Equisetum venetum* Mass., mais on ne peut dire rien de certain, puisque cet auteur n'a donné que le nom seul sans description ni figure.

Cl. Filicinae.

Subcl. Polypodiaceae.

Fam. Acrostischeae.

Gen. Chrysodium. Fee.

7. **Chrysodium Apocynophyllum** (Vis. et Mass.) Ett.

1853. Apocynophyllum Glossopteris. Mass. pl. foss. novae etc., (p. 24 lapsus calami).

1854. Glossopteris Apocynophyllum. Vis. et Mass. — Synopsis Fl. Nov. n° 2, p. 2.
1856. Glossopteris Apocynophyllum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 10, pl. I, fig. 1.
1865. Chrysodium Apocynophyllum. Ett. — Die Farnkr. d. Jetztwelt. p. 23.

Je n'ai pu examiner l'original ni aucun autre fragment de cette fougère, mais je pense avec M. Ettingshausen qu'elle est un *Chrysodium*, plutôt qu'une dicotylédonée, comme voulait Schimper, et comme nous avions supposé Meschinelli et moi dans notre Fl. tert. italica.

Cette espèce serait bien voisine du *Ch. strictum* Squin. de S^te^-Justine, et en même temps du *Ch. Lanzeanum*, si la pinnule figurée par Gardner et Ettingshausen dans la pl. 2, fig. 2 de leur British Eocene Flore appartenait à cette espèce et non pas plutôt à une autre voisine, comme paraîtrait le démontrer le réseau plus lâche des nervures secondaires.

Gen. Acrostichum. Linn.

8. **Acrostichum Massalongianum.** Ett. — Pl. I, fig. 5.

1854. Taeniopteris affinis Vis. et Mass. — Synopsis Fl. Nov. n° 3, p. 2.
1854. Taeniopteris crassicosta. Vis. et Mass. — Loc. cit. n° 4, p. 2.
1856. Taeniopteris affinis. Vis et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 11, pl. I, fig. 2.
1856. Taeniopteris crassicosta. Vis. et Mass. — Loc. cit. p. 11, pl. II, fig. 1.
1865. Acrostichum Massalongianum Ett. — D. Farnkr. d. Jetztwelt. p. 20.
1865. Acrostichum crassicostum. Ett. — Loc. cit. p. 21.

J'ai eu deux spécimens de ce fossile, qui n'étaient pas tout à fait bien conservés, mais qui l'étaient assez pour me donner la certitude qu'il s'agit d'une fougère et non d'une Monocotylédonée, comme j'avais supposé à la p. 53 de mon étude sur les Monocotylédonées de Ste-Justine.

On voit en effet sur tout le bord de la feuille un sillon de presque un millimètre de largeur qui correspond à la ligne des sores, comme on peut le voir dans les espèces vivantes *Acrostichum Lingua* Raddi et *A. rubicundum* Pohl, lesquelles se rapprochent le plus de notre fossile.

Je réduis à une seule les deux espèces de Massalongo et Visiani, parce que les différences indiquées par ces auteurs sont évidemment dues ou à l'âge plus ou moins avancé des deux feuilles, ou à la différence entre les parties de la feuille qui se sont trouvées plus ou moins voisines de l'une ou de l'autre des deux extrémités.

J'en donne une figure pour la ligne des sores.

Fam. Pterideae.

Gen. Pteris. Linn.

9. **Pteris Thinnfeldiaeformis,** n. s. p. pl. I, fig. 6.

Pt. fronde impari et profunde pinnatisecta, laciniis suboppositis, acuminatis, laciniarum basi inferiore decurrente, nervo primario angulo acuto egrediente, nervis secundaris ?.... sporangis ad marginem dispositis, sorumque marginale formantibus.

M. C.

L'aspect singulier de ce fossile m'a fait longtemps hésiter sur sa détermination. A première vue, et lorsque la feuille n'était pas encore complètement libérée de la roche, je l'avais prise pour un fragment appartenant au genre *Aralia*, dont quelques espèces fossiles, par exemple *Aralia Freelingi* Ett. (Beiträge z. Kennt-

niss d. Tertiärflora Australiens. Pl. XIII, fig. 26) sont très semblables à notre fossile; ou encore pour une *Lomatia* voisine de la *L. acutiloba* Lesqx. du groupe du Green River (Contr. to the foss. Flora of the Western Territories. Part. III. The Cretaceous and Tertiary Floras, p. 167, pl. XLIII, fig. 11-16, 20.)

Mais ayant pu dans la suite libérer le fossile, j'y ai reconnu une fougère très semblable dans l'ensemble aux *Thinnfeldia* et principalement à la *Th. decurrens* Schenk (Die foss. Fl. d. Grenzschichten d. Keuper u. Lias Frankens, p. 114, pl. XXVI, fig. 1-5), mais appartenant évidemment à un tout autre genre.

La conservation de l'empreinte ne permettant pas de distinguer les nervures secondaires des pinnules, je me borne pour le moment à dire que cette fougère a une fronde profondement découpée, à segments presque opposés, probablement en nombre impair ; ces segments par leur bord inférieur courent le long du rachis jusqu'à se confondre avec le bord supérieur du segment inférieur, formant ainsi un rachis ailé.

Les nervures médianes de chaque pinnule sortent du rachis par des angles aigus, et sont d'abord plus voisines du bord supérieur et ensuite du bord inférieur de chaque segment.

Les pinnules sont à marge entière et se terminent en pointe ; elles sont enfin bordées sans interruption par un sore marginal formé par les sporanges situés le long du bord.

Je trouve très semblables à cette fougère, parmi les espèces vivantes, *Pteris Raddiana* Presl. du Brésil et d'autres du même type, par exemple *P. intramarginalis* Kaulf, *P. Collina* H. S. de la même région.

J'ai donné le nom spécifique de *P. Thinnfeldiaeformis* pour rappeler la grande ressemblance avec les *Thinnfeldia*.

Fam. Aspididae.

Gen. Phegopteris. Mett.

10. **Phegopteris novalensis.** n. sp. — Pl. I, fig. 7.

Ph. Fronde pinnata, lobis alternis, margine integerrimis, nervo primario valido, recto, nervis secundariis leviter curvatis sub angulo 60°-65° egredientibus, nervis tertiariis parum conspicuis, angulo acuto egredientibus, simplicibus.

C. M. Fl. 34-35. 379.

De cette espèce je n'ai trouvé que trois fragments et tout ce que je peux en dire, outre ce que j'ai noté dans la description, c'est que la forme générale semble rapprocher cette espèce de la *Ph. (Goniopteris) obscura* Presl. du Guatémala et de la *Ph. rupestris* Mett. du Vénézuela. Mais il faudrait trouver de meilleurs exemplaires pour une description plus complète.

Subcl. Schizaeaceae.

Gen. Lygodium. Swartz.

11. **Lygodium** sp.

Dans le même échantillon de roche qui contient la *Myrsine linearis* Sap., il y a un débris de fougère qui à la loupe, montre quelques nervures mal conservées du type des Lygodium. C'est trop peu pour une détermination spécifique, mais assez pour être sûr de l'existence de ce genre à Novale.

Cl. Rhizocarpinae.

Subcl. Hydropterideae.

Fam. Salviniaceae.

Gen. Salvinia. Micheli.

12. **Salvinia ? Massalongii.** Squin.

1851. Halymodendron ? tetraphyllum Mass. — Sop piante foss. vic. p. 224.
1854. Halymodendron ? tetraphyllum. Vis. et Mass — Fl. foss. Nov. p. 45, pl. XIII, fig. 7.
1859. Halymodendron tetraphyllum. Mass. — Syll. Pl. foss. p. 118.

Je crois, bien que je n'aie pas eu entre les mains l'original, qu'on doit attribuer cette empreinte au genre *Salvinia*. En effet la présence de 4 feuilles qui ne sont pas verticillées, ni même partant du même pédoncule (comme le fait bien voir la figure de Massalongo et Visiani dans le Flore fossile de Novale) est tout à fait accidentelle et due, à mon avis, à la superposition fortuite presque complète de deux couples de feuilles. Le dessin même, qui fait la surface des feuilles en quelque sorte réticulée, donne une grande probabilité à cette supposition. Toutefois, faute de détails dans la description, je ne peux donner cette interprétation que comme probable.

Cl. **Lycopodinae.**

Subcl. Lycopodinae.

Fam. Lycopodieae.

Gen. Lycopodium. Linn.

13. **Lycopodium amissum.** n. sp. Pl. I. fig. 8.

L. caule vel ramo cylindrico, elongato, foliis dense confertis, oblongo-lanceolatis, extremitate superiore strobili instar incrassata.

L'empreinte en question est longue d'environ 5 cm. et demi et n'est que l'extrémité d'une tige ou d'un rameau.

Les organes foliaires, très fins, sont presque collés à la tige même, et on les distingue bien difficilement. Ils paraissent être fortement oblongo-lanceolés et je

dirais même presque filiformes. A l'extrémité supérieure les feuilles sont plus longues et encore plus serrées les unes contre les autres ; tellement qu'elles ont l'apparence d'un gonflement strobiliforme ; on dirait presque qu'elles forment un bourgeon.

J'ai trouvé dans l'herbier du Jardin Botanique de l'Université de Padoue quelques espèces tant européennes qu'exotiques qui ont des formes semblables. Je cite *L. emendatum ; L. alopecuroides ; L. cernuum.* Les deux dernières sont des Antilles, la première est européenne.

Div. Embryophyta Syphonogama.

Subd. Gymnospermae.

Cl. Cycadinae.

Fam. Coniferae.

Subfam. Podocarpeae.

Gen. Podocarpus. L'Hérit.

14. **Podocarpus eocenica.** Ung.

1850. Podocarpus eocenica. Ung. — Foss Flora v. Sotzka. p. 28, pl. II, fig. 11, 16.
1856. Podocarpus eocenica. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 18.

M. C.

J'en ai trouvé un seul exemplaire, mais je pense que MM. Visiani et Massalongo en ont eu de nombreux.

Subfam. Cupressineae.

Gen. Callitris. Vent.

15. **Callitris Brongniartii** (Endl.) Sch. Pl. II, fig. 2.

1847. Callitrites Brongniartii End. — Syn. Conif. p. 274.

1870-1872. Callitris Brongniartii Sch. — Traité de Paléont. vég. II, p. 337, pl. LXXVIII, fig. 10-13.

C. D. L.

Un seul exemplaire, et qui n'est pas trop bien conservé, avec son strobile encore fermé.

Subfam. Abietineae.

Gen. Pinus. Linn.

16. **Pinus palaeostrobus** (Ett) Gaud.

1852. Pinites Palaeostrobus Ett. — D. tert., Fl. v. Hæring. p. 35, pl. VI, fig. 22-25.

1859. Pinus palaeostrobus Gaud. — Contr. à la Fl. fos. ital. II, p. 34, pl. I, fig. 8.

C. D. L.

Quelques débris de feuilles, parfaitement semblables aux figures de MM. Ettingshausen et Lesquereux, surtout à celles de ce dernier.

Gen. Pinites. With et Goepp.

17. **Pinites ? Lepidostrobus.** Vis. et Mass., pl. II, fig. 1.

1854. Pinites ? Lepidostrobus. Vis. et Mass. — Syn. Fl. Nov. n° 14, p. 3.

1856. Pinites ? Lepidostrobus. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 17, pl. IV, fig. 1-2.

C. J. B. 384-385.

J'ai eu entre les mains les deux exemplaires figurés dans la Flore foss. de Novale, et j'ai dû conclure que le fossile, mal représenté par les figures de Visiani et Massalongo et figuré ici à nouveau, est très probablement une conifère. Mais je n'ai pu arriver à une conclusion plus précise que celle de ces auteurs

qui se sont contentés de rapporter l'empreinte au genre peu précisé *Pinites*. Heer a figuré dans « Nachträge z. Jura-Flora Sibiriens, » pl. VI. fig. 1. 6, des inflorescences d'un *Ginkgo* (*G. grandiflora* Heer) qui ont bien une certaine ressemblance avec notre fossile. On peut en dire autant de *Antholithes Schmidtianus* figuré dans le mémoire cité (Pl. IX. fig. 3-5) et de quelques *Czekanowskia*.

Je crois qu'il ne s'agit que d'une ressemblance superficielle. On aurait dû en effet trouver non seulement des fleurs mais aussi des feuilles qui se conservent très bien à l'état fossile ; mais on n'a jamais signalé la plus petite trace de ce genre de feuilles.

Le fossile a aussi l'aspect des cônes du genre *Leptostrobus* du Jurassique moyen d'Ust Balei, comme aussi de ceux du genre *Glyptolepis*.

Malheureusement on ne peut faire un examen approfondi et minutieux des écailles, et l'on doit s'en tenir pour le moment à ce que MM. Visiani et Massalongo nous ont fait connaître. On pourra préciser quelque chose de plus quand on trouvera des empreintes meilleures.

Subdiv. **Angiospermae.**

Cl. **Monocotyledoneae.**

Ser. Glumaceae.

Fam. Graminaceae.

Gen. Arundo. L.

18. **Arundo** (Donax) **Göpperti** (Münst) Heer.

1839-1844. Culmites Goepperti Munst. — Beiträge z. Petrefactenkunde. p. 103, pl. III, fig. 1-3.
1855. Arundo (Donax) Göpperti. Heer. — Fl. tert. Helv. I, p. 62, pl. XXII, fig. 3. — Pl. XXIII.

1854. Bambusium sepultum. Vis. et Mass. — Syn. Fl. Nov. n° 5, p. 2.
1856. Bambusium sepultum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 12.

C. M. G. n° 4953.

Un morceau de feuille mal conservé (larg. mm. 30; long. mm. 120).

Gen. Phragmites. Trin.

19. **Phragmites.** sp.

C. D. L. 26

Je cite la présence de ce genre à cause d'un débris de rhizome semblable à ceux décrits par Heer sous le nom de *Ph. Oeningemis*, et par De Saporta sous la dénomination de *Pseudo-Phragmites arundinaceus.*

Dans notre exemplaire les anneaux correspondent certainement à l'insertion des feuilles. Il n'est pas possible de le distinguer spécifiquement.

Gen. Poacites. Brongn.

20. **Poacites Novalensis.** Vis. et Mass.

1854. Poacites Novalensis. Vis. et Mass. — Syn. Fl. Nov. n° 6, p. 2.
1856. Poacites Novalensis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 13, pl. I, fig. 3. 4. — Pl. II, fig. 2.

P. foliis 7-8 mm. latis, nervis 9-13 parallelis, rectis, 1 mm. inter se dissitis, venulis transversis conjunctis costa evidentiore.

C. D. L. n° 41 — 66 B.
C. J. B. n° 417.
C. M. G. n° 4932.

L'exemplaire de la Collection de M. Dal Lago (41) correspond aux figures données par Massalongo et

Visiani, avec la seule différence que les nervures sont au nombre de 13, y compris la nervure médiane, et non de 9 comme le voudraient les auteurs déjà cités. Je crois que cette diversité dépend seulement des différences de netteté des nervures, différences qui dépendent de l'état de conservation plus ou moins bon des fossiles ; il faut enfin noter que cette espèce ayant probablement des feuilles très épaisses, laisse voir difficilement les nervures.

L'exemplaire de M. Dal Lago permet au contraire de voir non seulement les nervures longitudinales, mais aussi les vénules transverses, et j'ai ainsi modifié la diagnose.

D'un autre côté le nombre des nervures peut aussi varier selon la portion de feuille et l'âge de celle-ci, et il serait tout à fait inutile pour cela seul d'en faire une nouvelle espèce.

21. **Poacites repens.** Heer

1855. Poacites repens. Heer. — Fl. tert. Helvetiae. Tom. I. pag. 70, pl. XXV, fig. 12.

M. C.

Un seul exemplaire, présentant un fragment de culme, de 10 cm. de longueur, avec les nœuds caractéristiques.

Fam. Cyperaceae.

Gen. Cyperus. Linn.

22. **Cyperus Chavannesi.** Heer.

1855. Cyperus Chavannesi Heer. — Fl. tert. Helv. Tom. I. p. 72, pl. XXII, fig. 7. — Pl. XXVIII, fig. 1.

1859. Cyperus Chavannesi. Heer. — Loc. cit. Tom. III, p. 163, pl. CXLVI, fig. 22.

M. C.

Un seul exemplaire.

23. **Cyperus Meschinellii.** Squin.

1892. Cyperus Meschinellii. Squin. — Cont. a. flora foss. d. Terr. terz. d. Liguria. — IV.— Monocotiledoni — p. 45, pl. XXX, fig. 4-4ª.

C. J. B. 376.

Parmi les empreintes de la collection du jardin botanique j'en ai trouvé une qui portait la classification de *Poacites Novalensis.* Vis. et Mass. L'écriture est de M. Massalongo. Sur la même étiquette on lit, bien que barrés, les noms de *Zost. ambigua, Z. vicetina, Bamb. sp.*, ce qui témoigne qu'on a eu un doute sur la véritable détermination de la plante.

L'empreinte est longue d'environ 7 cm. et large de 8 mm. ; elle présente une nervure médiane à peine distincte et des nervures latérales au nombre de 9 de chaque côté, entre lesquelles on entrevoit des nervures plus petites en nombre non précisé.

Le bord de la feuille est finement dentelé.

On ne peut évidemment concilier ces caractères avec les déterminations qui figurent sur l'échantillon. Il s'agit au contraire d'une Cypéracée très proche du *Cyperus Meschinellii* Squin. de Ste-Justine ; et comme je n'ai pu en trouver d'autres spécimens, je l'inscris pour le moment dans cette espèce (bien qu'elle en diffère par la largeur un peu moindre, par le nombre des nervures, et un peu aussi, par la forme des dentelures du bord), parce que ces caractères peuvent varier avec la taille et l'âge de la plante.

24. **Cyperus Zignoanus.** n. sp. — pl. II, fig. 5a.

Foliis linearibus, membranaceis, nervo mediano parum valido, nervis lateralibus 4, margine serrato, dentibus mm. 2. distantibus.

C. M. F. nº 171.

Je dédie à la mémoire du Baron de Zigno cette belle

espèce de *Cyperus*. C'est un fragment de feuille de 30 mm. de longueur sur 5 de largeur, très distinctement dentelé sur le bord, avec les dents à 2 mm. environ de distance l'une de l'autre. La nervation est formée par une nervure médiane à peine plus visible que les nervures latérales, qui sont au nombre de 4 de chaque côté. On ne voit pas de vénules transversales.

25. **Cyperus Paoluccii.** n. sp. — pl. II, fig. 5 b.

Foliis linearibus, margine dense serratis, nervis longitudinalibus 12-14.

C. M. G. 4934 (A) et 4935 (A.)

Sur deux petites plaques j'ai retrouvé cette espèce de *Cyperus* confondue avec *Zost marinus*.

Cette cypéracée a 5-6 mm. de largeur; le bord en est dentelé, mais les dents sont plus serrées que dans l'espèce précédente. En outre elles ne sont pas saillantes et la sinuosité entre deux dents consécutives est si étroite qu'à première vue on ne dirait même pas qu'on a affaire à une feuille dentelée.

La nervation est formée par 12 à 14 nervures longitudinales d'une finesse extrême, si bien qu'on a de la peine à les distinguer. Il n'y a pas trace de vénules transversales, ce qui doit résulter en partie de leur finesse et en partie de la mauvaise conservation.

Je dédie cette espèce a M. le Prof. L. Paolucci, dont les travaux sur les plantes fossiles de Sinigaglia sont bien connus et appréciés.

Ser. Apocarpoe.

Fam. Najadaceae.

Gen. Zosterites. Brongn.

26. **Zosterites tenuifolius** Ett.

1853. Zosterites tenuifolius Ett. — Tert. Fl. v. Haering. p. 28, pl. IV, fig. 16.

1853. Zosterites affinis. Ett.— Loc. cit. p. 29, pl. IV, fig. 21, 22.
1854. Zosterites tenuifolia. Vis. et Mass.— Syn. Fl. Nov. pag. 3 n° 11.
1854. Zosterites exilis. Vis. et Mass.— Loc. cit. pag. 3, n° 12.
1856. Zosterites tenuifolia. Vis. et Mass.— Fl. foss. Nov. p. 16.
1856. Zosterites exilis. Vis. et Mass.— Loc. cit. pag. 17, pl. IV, fig. 5.

C. J. B. n° 416.

Je n'ai vu qu'un seul exemplaire de cette espèce. Les *Z. affinis* Ett. et *Z. exilis* Vis. et Mass. ne sont pas évidemment des espèces bonnes, mais de simples variétés du *Z. tenuifolius* Ett. résultant de l'état de conservation, de l'âge, ou de la partie de la plante conservée.

27. **Zosterites marinus** Ung.

1847. Zosterites marina Ung. — Chlor. protog. p. 46, pl. XVI, fig. 1-3.
1853. Zosterites Vicetina Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. p. 2, n° 9.
1856. Zosterites Vicetina. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 15, pl. II, fig. 3, pl. III, fig. 2-5.

C. J. B. n° 378.
C. M. Fl. n° 72, 73.
C. M. G. n° 8930.

Je ne trouve pas que la *Z. vicetina* Vis. et Mass. diffère sensiblement du *Z. marinus* Ung. Le défaut de nervures n'est dû qu'à l'état de conservation, et j'ai eu des spécimens dans lesquels on les distinguait. Je dois en outre noter qu'un exemplaire du Jardin Botanique (n° 413) correspondant à la fig. 3 de la pl. III de la *Flora foss. di Novale*, n'est qu'un fragment indé-

terminable. Je n'ai pu voir aucun fragment de *Z. latissima* Vis. et Mass. ; mais je pense que, s'il est un *Zosterites*, il doit être aussi uni à *Z. marinus*, Ung. L'examen de la figure me porterait toutefois à croire qu'il ne s'agit pas d'un Zosterites.

Gen. Caulinites. Brongn.

28. **Caulinites nodosus** (Brongn.) Ung.

1822. Culmites nodosus. Brongn.— Descrip. géol. des Env. de Paris. p. 359, pl. VIII, fig. 1.
1828. Culmites nodosus. Brongn. — Prodr. p. 136.
1847. Caulinites nodosus Ung.— Chl. prot. p. 65.
1853. Caulinites articulatus. Ett. — Tert. Fl. v. Häring. p. 28, pl. IV, fig. 13-15.

C. M. Fl. n° 462.

Une seule empreinte, correspondant à la figure de Watelet (pl. foss. du Bass. de Paris, pl. XX. fig. 4) et aux figures 14, 15 de la Flore de Häring pour le *C. articulatus*. Celles-ci sont à rapporter au *C. nodosus*.

29. **Caulinites loipopytis.** Mass. — pl. II, fig. 3.

1858. Caulinites loipopytis Mass. — Reliq. Fl. foss. M. Pastello. p. 8, pl. IV, fig. 3; Pl.VIII, fig. 3.
1892. Caulinites loipopytis. Squin.— Contrib. a. Fl. foss. d. Terr. terz. della Lig. IV. Monocotiledoni. p. 59, pl. XXX, fig. 1. 1ª.

C. M. Fl. n° 7.

Je rapporte au *C. loipopytis* l'empreinte figurée, bien qu'on y puisse trouver quelques petites différences d'avec le spécimen figuré par Massalongo. Elle est plus semblable au *C. loipopytis* de Ste-Justine figuré par moi.

30. **Caulinites Novalensis.** n. sp. — pl. II, fig. 7.

Caule cylindrico, simplici, articulato, glabro, cicatricibus infundibuliformibus, superioribus approximatis, inferioribus remotis, foliis amplexicaulibus, longissimis, deciduis.

C. M. G. — n° 4951, 4955.

C'est bien une étrange empreinte que celle dont je donne la figure à la pl. II, fig. 7.

Il s'agit d'une tige d'une longueur indéterminée, mais certainement considérable, avec des nœuds qui vont se rapprochant de l'extrémité inférieure à l'extrémité supérieure. Dans l'exemplaire 4951, qui est un fragment de tige sans feuilles, les nœuds sont à la distance de presque 4 cent. l'un de l'autre ; dans l'échantillon n° 4955 les nœuds, au nombre de 7 à 8 vont se rapprochant de sorte que tandis que les deux inférieurs sont à 4 cent. environ l'un de l'autre, le troisième est distant du 2^{me} de 2 centm, ; le 4^{me} du troisième de 1 cm. et demi, le 5^{me} du 4^{me} de 1 cm. Le 6^{me} est de nouveau plus éloigné du précédent comme aussi le 7^{me} du 6^{me} (1 centm. et demi) ; les autres nœuds, très petits et que l'on entrevoit à travers le parenchyme des feuilles, sont à peine à 3 mm. l'un de l'autre.

Les nœuds inférieurs sont bordés par les cicatrices des feuilles qui ont laissé un bord saillant en forme d'entonnoir, à tel point que les entrenœuds semblent entrer l'un dans l'autre.

Les nœuds supérieurs sont encore environnés par des feuilles engainantes.

Sur la forme et la nervation de ces feuilles je ne peux malheureusement pas fournir des données précises. A en juger par ce qui reste, elles devaient être très longues (plus de 20 cm.) et larges de 2 à 3 cm., et parcourues par un grand nombre de nervures longitudinales très minces et qui n'ont laissé que des traces peu visibles, de sorte qu'on ne peut les compter.

Elles sont distantes d'un peu moins de 1 mm. l'une de l'autre et la médiane est un peu plus forte que les latérales. En prenant pour largeur moyenne des feuilles 2 cm. et demi et pour distance entre les nervures $^{8}/_{10}$ de mm., il s'ensuivrait que la feuille devait être parcourue par une trentaine de nervures, c'est-à-dire, quinze de chaque côté. On entrevoit çà et là des nervures plus fines entre les susdites, comme aussi on aperçoit quelque trace de vénules transversales.

La consistance des feuilles devait être bien faible, car on voit assez bien, à travers ce qui reste de leur parenchyme, les entrenœuds et les nœuds qui couvrent les feuilles encore attachées à la tige.

Tous ces caractères me portent à croire que cette plante devait être aquatique, mais, malgré tous mes efforts, je n'ai pu trouver rien de semblable dans la Flore actuelle. C'est ainsi que je la place provisoirement, sous le genre *Caulinites*, duquel elle se rapproche le plus, et j'en fais l'espèce nouvelle de *C. Novalensis*.

On a quelque chose de semblable dans *Caulinites formosus* Wat. du Calcaire grossier de Marizy-Sainte-Geneviève, ainsi que dans quelques autres espèces décrites et figurées par M. Watelet, dont le nombre serait certainement réduit par une revision. Je peux aussi citer comme ayant une certaine ressemblance *Aularthrophyton* sp. de M. Pastello qui probablement est aussi un *Caulinites*.

31. **Caulinites ?** sp. — pl. II, fig. 8.

C. J. B. n° 370.

Je donne à la pl. II, fig. 8 la reproduction d'une empreinte mal conservée, mais qui mérite une brève mention.

Il s'agit d'une tige (rhizome) probablement aquatique, qui porte d'un seul côté (à en juger au moins par

l'échantillon) des feuilles en fascicules de 3 à 5 ; mais par suite de la mauvaise conservation on n'en discerne ni la forme précise, ni la nervation. Je trouve qu'elle a quelque ressemblance avec les *Caulinites,* bien que l'on ne puisse voir les articulations ou les nœuds caractéristiques. On pourra mieux préciser la question, si l'on trouve des échantillons meilleurs.

Gen. Potamogeton. Linn.

32. **Potamogeton Tritonis.** Ung. — pl. II, fig. 6-6ª.

1847. Potamogeton Tritonis Ung. — Chl. protog. p. 59, pl. XVIII, fig. 6.

P. Caule tereti, ramoso, foliis alternis, sessilibus oblongo-linearibus, apice emarginatis, tenue serratis, membranaceis, nervis 11-13, quorum medio majore, nervulis interstitialibus separatis, venulis transversis collegatis.

C. D. L. nº 43.
C. M. Fl. nº 37. 38.
C. J. B. nº 369 (2).
C. M. G. nº 4956, 4957, 4959, 4961, 4978, 4979, 4980-82.

J'ai eu entre les mains plusieurs échantillons de cette Najadée, que Unger figure et décrit du Bolca et Massalongo de Chiavon et Salcedo. Elle était aussi bien commune à Novale, et je crois que le doute manifesté par Schimper [1]) qu'il ne s'agit pas d'un *Potamogeton,* mais plutôt d'une *Caulerpa*, ne peut plus subsister.

En effet, les feuilles sont parcourues selon la ligne médiane par un faiseau fibrovasculaire plus fort et des deux côtés par d'autres faisceaux plus minces au nombre de 5 à 6 de chaque côté.

[1]) Schimper, W. Ph. — Traité de Pal. vég. II, pag. 465.

Entre ces nervures on voit ça et là, aux endroits où les feuilles sont mieux conservées, des nervures plus fines encore, dont il est impossible de préciser le nombre à cause de l'imparfaite conservation des échantillons. Sur quelques points on entrevoit aussi les anastomoses transversales.

Le bord des feuilles n'est pas intègre, comme il ressort de la figure de Unger et de la description du même auteur; lorsqu'on l'examine à la loupe on y voit de petites dentelures, distantes de 4 à 5 mm. vers la base des feuilles et se rapprochant beaucoup vers l'extrémité supérieure, comme on le voit dans l'agrandissement photographique (fig. 6ª) fait directement sur un des échantillons.

L'extrémité supérieure est légèrement émarginée. Les feuilles sont insérées très voisines l'une de l'autre; leur distance réciproque se réduit de beaucoup vers l'extrémité de la tige, où elles forment une touffe terminale. Dans quelques échantillons on voit la tige ramifiée. On doit donc modifier quelque peu le diagnostic, ce que j'ai fait ci-dessus.

N.B. Dans la collection du Musée géologique on conserve deux empreintes (nº 4976-4977) auxquelles De Zigno avait mis le nom de *Potamogeton latifolium* Zigno., mais avec toute ma bonne volonté je n'ai pu les déchiffrer, à cause de leur très mauvais état de conservation.

Ser. Coronariae.

Fam. Liliaceae.

Gen. Smilax. Tournef.

33. **Smilax grandifolia.** Ung.

1845. Smilacites grandifolia Ung.— Syn. Pl. foss. p. 172 (nomen).

1847. Smilacites grandifolia. Ung. — Chloris prot. p. 129, pl. XI, fig. 3.
1851. Daphnogene cinnamomifolia. Mass. — Piante foss. Vicent, p. 154.
1853. Majanthemophyllum Rajanaefolium ? Mass. — Pl. foss. Novae, p. 23.
1854. Smilacites Novalensis. Vis. et Mass.— Syn. Fl. tert. Nov. n° 7, p. 2.
1854. Majanthemophyllum Rajanaefolium. Vis. et Mass.— Syn. Fl. tert. Nov. n° 8 p. 2.
1856. Smilacites Novalensis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 13, pl. III, fig. 1.
1856. Majanthemophyllum Rajanaefolium. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 14, pl. II, fig. 4.

Je n'ai pu voir l'échantillon de *S. Novalensis* figuré par Visiani et Massalongo, mais on peut avec toute certitude affirmer que cette espèce n'est autre chose que *Smilax grandifolia.* Visiani et Massalongo disent qu'elle en diffère parce qu'elle a 3 nervures seules et par la forme lancéolée de l'extrémité supérieure. Quant au premier caractère, il dépend simplement de ce qu'une seule partie de feuille s'est conservée. On peut consulter à ce propos les figures de M. Staub (Die aquitanische Fl. de Zsithales), Pl. XX à XXIII.

On peut en dire autant de la forme lancéolée de l'extrémité supérieure, et examiner à cet effet les figures citées de M. Staub.

Quant au *Majanthemophyllum Rajanaefolium* je n'hésite pas à le placer dans *S. grandifolia.* Massalongo l'avait d'abord classé dans les Lauracées, et de même qu'il ne donnait alors aucune raison de cette classification, il n'en donnait aussi aucune lorsqu'il la plaçait dans le genre *Majanthemophyllum.* Nous sommes dans le même cas que lorsqu'il s'est agi de la *S. novalensis;* on a à faire à un fragment de feuille dont la reconstruction est tout-à-fait arbitraire. Je ren-

voie encore aux figures de Staub pour la comparaison entre ce prétendu *Majanthemophyllum* et *Sm. grandifolia*,

34. **Smilax Dal Lagi.** n. sp. — pl. II, fig. 4.

S. foliis ovatis, apice obtusis, margine remote et leviter dentatis, nervis principalibus 5.

C. D. L. nº 35.

J'ai longtemps hésité à rapporter l'empreinte que je figure (pl. II, fig. 4) à une Dioscorée voisine aux *Rajania*, ou bien à une Smilacée. Après avoir examiné diverses espèces de Dioscorées et de Smilacées vivantes, j'ai conclu qu'il s'agit plutôt d'une *Smilax* très voisine des *S. rotundifolia* L. et *S. glauca* Walt de la Caroline du Nord, comme aussi de *S.* sp. figurée par Schenk à la page 351 de la Paléophytologie. Aucune de ces espèces n'a en vérité des dentelures visibles sur le bord, mais la *S. rotundifolia* présente de petites proéminences brusques qu'on ne peut voir qu'à la loupe, et qui certainement indiquent la possibilité d'une dentelure. Peut-être même on peut trouver dans quelques individus quelque chose de plus visible.

L'échantillon en question a une forme ovale, avec l'extrémité supérieure obtuse (au moins il me paraît qu'on peut aboutir à cette conclusion en reconstituant l'ensemble et en tenant compte de l'allure du bord et des nervures) ; il a encore le bord légèrement dentelé et avec les dents à une bonne distance l'une de l'autre.

Ces dents se rapprochent un peu vers l'extrémité supérieure de la feuille, et disparaissent complètement un peu avant celle-ci.

La base paraît être un peu plus rétrécie que l'extrémité supérieure.

Les nervures principales sont au nombre de 5, une

médiane et deux latérales de chaque côté. Les deux nervures marginales courent à 1 mm. et demi du bord de la feuille, et sont plus fines que les autres.

La conservation du fossile ne permet pas de voir distinctement les nervures transversales, mais il me semble que le peu que l'on en voit est un témoignage en faveur de l'attribution de cette plante aux *Smilax*.

Le *Majanthemophyllum athesinum* Mass. (Reliquie Fl. foss. M. Pastello. pl. VI, fig. 3, pl. VIII, fig. 2, p. 4) se rapproche assez de notre *Smilax*, celle-ci s'en distinguerait toutefois par le bord denté. Pourtant il se pourrait bien que les dents, comme il est arrivé pour le *Potamogeton Tritonis*, eussent échappé à l'observation, soit à cause de l'état de conservation du fossile, soit aussi par suite d'observations insuffisamment précises.

Plantae incertae sedis.

Gen. Aularthrophyton. Mass.

35. **Aularthrophyton formosum.** Mass.

1857. Aularthrophyton formosum. Mass. — Fl. foss. M. Colle. — p. 14-17, pl. I ; pl. II, fig. 1. 2 ; pl. III, fig. 1-3 ; pl. IV ; pl. V ; pl. VIII.

1859. Aularthrophyton formosum. Mass. — Syllab. Plant. foss. p. 55.

C. M. Fl. n° 113, 114.

Massalongo avait d'abord rangé ce genre dans les Najadées ; plus tard, sans en donner aucune raison, il le place dans les Polygonées (v. Syllabus. loc. cit.). M. Schimper dans son Traité de Paléont. continue à le ranger dans les Monocotylédonées *(Genera classis incertae)*.

Les débris que j'ai eus entre les mains ne m'autorisent pas à adopter l'une des deux opinions, plutôt que l'autre, mais l'inspection des figures et ce que Massa-

longo même en dit dans sa Flore du Monte Colle m'induisent à adopter l'opinion de Schimper, laquelle est en même temps assez voisine de la première opinion de Massalongo, au moins en tant qu'il s'agit de ranger *Aularthrophyton* parmi les Monocotylédonées. Les fragments examinés sont au nombre de deux, ils sont assez mal conservés en vérité, et ils sont tout-à-fait semblables aux spécimens figurés par Massalongo dans la pl. I, fig. 2 et dans la pl. IV, de la flore fossile du Monte Colle.

Cl. **Dicotyledonae.**

Subcl. Archichlamidae.

Ser. Amentaceae.

Fam. Cupuliferae.

Gen. Quercus. Linn. [1])

36. **Quercus Agni.** Vis. et Mass.

1854. Quercus Agni. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. nº 19, p. 4.

1856. Quercus Agni. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 21, pl. VI, fig. 3.

Je donne cette espèce sur la foi de Massalongo et Visiani n'ayant pas vu l'exemplaire original, et n'ayant rien trouvé non plus de semblable dans les nombreux échantillons que j'ai eus entre le mains.

37. **Quercus elaena.** Ung.

1847. Quercus elaena Ung. — Chloris protog. p. 112, pl. XXXI, fig. 4.

1854. Quercus elaena. Vis. et Mass.— Syn. fl, tert. Nov. nº 20, p. 4.

---

[1]) Le *Fagus Feroniae* Ung. cité par De Visiani et Massalongo n'est pas de Novale ; mais de Chiavon, ou Salcedo.

1856. Quercus elaena. Vis. et Mass.— Fl. foss. Nov. p. 21.

C. J. B. n° 377.

Un seul échantillon très semblable aux feuilles figurées par Heer (Fl. tert. Helvetiae à pl. CLI, fig. 1-3) et par M. De Saporta (Etud. etc. Supplem. I. 3me fasc. pl. VII, fig. 12).

38. **Quercus chlorophylla.** Ung.

1847. Quercus chlorophylla Ung. — Chloris protog. p. 111, pl. XXXI, fig. 1.

1847. Quercus Daphnes Ung. — Loc. cit. p. 112, pl. XXXI, fig. 2, 3.

C. D. L. n° 45, 59, 64, 69.

Ce sont des feuilles très semblables aux figures que M. Unger a données pour *Q. Daphnes*, espèce qu'on a eu raison de joindre à *Q. chlorophylla*. Certains échantillons ont les nervures secondaires qui partent de la nervure médiane avec un angle un peu plus aigu que celui qu'on déduit des figures d'Unger ; mais il ne me paraît pas que celui-ci soit un caractère suffisant pour en faire une espèce nouvelle. Dans les feuilles d'une même plante, l'obliquité de l'angle et le nombre des nervures secondaires sont choses trop variables pour qu'on en tienne grand compte dans les espèces fossiles.

39. **Quercus Lonchitis.** Ung.

1850. Quercus Lonchitis Ung.— Gen. et species. Pl. foss. p. 403.

C. J. B. n° 404 A.

Un seul exemplaire.

40. **Quercus tephrodes.** Ung.

1850. Quercus tephrodes Ung. — Gen. et species. plant. foss. p. 402.

1859. Quercus tephrodes. Mass. — Syllab. plant. foss. pag. 50.

Je donne cette espèce sur la foi de Massalongo [1]).

Fam. Juglandaceae.

Gen. Juglans. Linn.

41. **Juglans hydrophila.** Ung.

1850. Juglans hydrophila. Ung. — Gen. et species. plant. foss. p. 479.

Un seul échantillon recueilli par moi.

42. **Juglans novalensis.** Vis. et Mass. — pl. III, fig. 1-2.

1853. Juglans Novalensis. Mass. et Vis.— in Mass. Plantae foss. novae. p. 24.

1854. Juglans Novalensis. Mass. et Vis. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 50, p. 9.

1854. Juglans pristina. Vis. et Mass. — Syn Fl. tert. Nov. n° 51, p. 9.

1856. Juglans novalensis. Mass. et Vis. — Fl. foss. Nov. p. 35, pl. IX, fig. 4 (la supérieure seulement) non fig. 5) ; pl. X, fig. 4 (non fig. 1, 2, 3) ; pl. XI, fig. 1, 3 (non fig. 2, 4).

1856. Juglans pristina. Vis. et Mass.— Loc. cit. pag. 36, pl. XI, fig. 1-4.

C. D. L. n° 1 (B). 37.
C. M. Fl. n° 172, 321, 331, 414, 427, 428.
C. J. B. n° 403, 418.
C. M. G. n° 4948, 4971, 15612.

De cette espèce j'ai pu observer plusieurs exemplaires, et je me suis convaincu que parmi les échantillons figurés par Visiani et Massalongo il y en a quel-

---

[1]) La Castanea recognita Sch. = Fagus castaneaefolia. Vis. et Mass. est de Chiavon et non de Novale. La même chose est de Fagus Feroniae. Vis. et Mass.

ques uns qu'on doit absolument en retrancher. Je ne parle pas des fruits sur lesquels je reviendrai à propos de *Jnga novalensis* Ung., ni de la fig. 4 (inférieure) de la pl. IX sur laquelle je dirai mon opinion ci-dessous à propos de *Juglans parschlugiana*. Pour le moment je ferai remarquer que les fig. 1 et 2 de la pl. X ne sont en rien semblables aux autres de la même planche et n'appartiennent pas à *Juglans novalensis*, mais plutôt à une légumineuse du genre *Cassia*. Pour la même raison et d'après l'examen que j'ai fait de quelques échantillons portant l'étiquette originale de Massalongo, on ne doit pas tenir pour bonnes les fig. 2 et 4 de la pl. XI.

Pour éviter toute confusion ultérieure, je donne deux bonnes reproductions photographiques de cette espèce, l'une d'une feuille plus âgée, et l'autre d'une feuille plus petite et plus jeune.

43. Juglans vetusta. Heer.

1851. Juglans pristina Al. — Br. in Stizenb. Verz. p. 86. (non J. pristina Ung. nec Mass.)

1859. Juglans vetusta. Heer. — Fl. tert. Helvetiae III, p. 90, pl. CXXVII, fig. 40-44.

C. M. G. n° 4936, 17620.

Très semblables à la figure 43 de la pl. CXXVII de Heer. Fl. tert. Helvetiae.

44. Juglans parschlugiana. Ung. — pl. IV, fig. 2ª.

1850. Juglans acuminata. Ung. — Gen. et Sp. (ex parte), p. 468.

1860. Juglans parschlugiana. Ung.—Sylloge Pl. foss. I, p. 37, pl. XIX, fig. 1-7.

1869. Juglans parschlugiana. Ett. — D. foss. Fl. d. Tertiär-Beckens v. Bilin. III, p. 46, pl. LI, fig. 7-10.

C. J. B. n° 381, 418 (2).

Dans la Flore de Novale parmi les différentes figures de *Juglans Novalensis* j'ai particulièrement remarqué les deux figures de la pl. IX, fig. 4 ; et j'en ai eu sous les yeux l'exemplaire original (n° 418); je le reproduis ici. Il s'agit, comme l'on voit, de deux feuilles différentes, dont l'inférieure doit être retranchée de *Juglans Novalensis* et rapportée au contraire à *Juglans parschlugiana* Ung. Elle a en effet la base dissymétrique et le contour général assez différent de celui de l'espèce de Massalongo, et les nervures secondaires se détachent sous des angles assez larges et sont camptodromes. La dissymétrie de la base est visible dans les figures 1 et 7 de Unger, quoique peu sensible ; elle est bien mieux accentuée dans la fig. 10, pl. LI de Ettingshausen, ouvrage cité.

45. **Juglans radobojana.** Ung.

1860. Juglans radobojana Ung. — Sylloge pl. foss. I, p. 38, pl. XIX, fig. 11.

C. D. L. n° 48.

Je rapporte à cette espèce une feuille de la collection Dal Lago un peu plus petite (long. mm. 65 ; larg. mm. 20) que celle qui est figurée par Unger, mais ayant tous les autres caractères semblables.

46. **Juglans Cardiospermum.** Vis. et Mass.

1854. Juglans Cardiospermum. Vis. et Mass. Syn. Fl. tert. Nov. n° 52, p. 9.

1856. Juglans Cardiospermum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 36, pl. XI, fig. 5.

Je donne cette espèce sur la foi de Visiani et Massalongo.

Gen. Carya. Nutt.

47. **Carya Stygia.** (Vis. et Mass.) Squin. pl. III, fig. 3.

1851. Rhus stygia. Mass. (nec Ung.) — Sop. piante foss. Vic. p. 200.
1853. Rhus Nöggerathii. Mass. (nec Web.) — Pl. foss. novae. p. 24.
1854. Juglans stygia. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 47, p. 9.
1856. Juglans stygia. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 34, pl. VIII, fig. 4-5 ; pl. IX, fig. 1-3.

C. D. L. n° 76.

Il s'agit vraiment d'une *Carya* et non d'une *Juglans*. Schimper voulait que cette espèce fût voisine de *J. Melaena* Ung. ; je pense au contraire qu'on pourrait la placer près de *Pterocarya denticulata* (Web.) Heer[1]), bien qu'on puisse très facilement la distinguer par la dentelure du bord moins serrée et plus grossière, et par la plus grande distance qui sépare les nervures secondaires. Les feuilles sont disymétriques, la nervure moyenne est assez robuste, et de celle-ci partent des nervures secondaires éloignées l'une de l'autre de presque 1 centimètre, avec un angle de 60°-70°. Les nervures secondaires avant d'atteindre le bord, se bifurquent et la branche inférieure d'une nervure s'anastomose avec la branche supérieure de la nervure immédiatement inférieure.

Lorsque la distance entre deux nervures consécutives est plus grande qu'un cm., on trouve une nervure plus petite qui part de la nervure médiane, mais qui n'arrive pas au bord.

Ce bord est, comme je l'ai dit, denté, et les dents sont assez inégales.

Elle ressemble assez parmi les espèces vivantes à

---

[1]) Dans Schimper: Traité de Paléophytologie III, cette espèce est donnée par erreur deux fois: une fois sous le nom de *Carya denticulata*, l'autre fois sous celui de *Pterocarya denticulata*. On doit conserver cette dernière dénomination.

C. alba Nutt. de la Caroline du Nord et à *C. olivaeformis* Nutt. du Kentucky.

48. **Carya bilinica.** Ung.

1821-1838. Phyllites juglandiformis. Sternb. — Fl. d. Vorw. I, p. 4, pl. XXXV, fig. 1.
1860. Carya bilinica. Ung. Sylloge pl. foss. I, p. 39, pl. XVII, fig. 1-10.

C. J. B. n° 395-401.

Fam. Myricaceae.

Gen. Myrica. Linn.

49. **Myrica (Comptonia) Chironis.** Mass. — pl. III, fig. 7-8.

1851. Comptonia Chironis. Mass. — Sop. piante foss. Vic. p. 118.
1854. Dryandra Chironis. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 35, p. 7.
1856. Dryandra Chironis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 28, pl. VI, fig. 5, pl. VII, fig. 1. 2.
1859. Myrica incisa Ludw. — Pfl. aus der ältesten Abtheil. d. Rheinisch-Wetterauer-Braunkohle, p. 96, pl. XXX, fig. 7-15.

C. D. L. n^{os} 26, 33.
C. M. Fl. n^{os} 33, 34, 45, 46.
C. J. B. n^{os} 374, 386.
C. M. G. n^{os} 8913, 17615, 17617 (1).
C. M. V. sans numéro.

Je figure de nouveau cette espèce mal figurée par Visiani et Massalongo. Les lobes se terminent en pointe, et la pointe est un peu tournée en dehors. Chaque lobe a deux nervures secondaires plus fortes.

Myrica incisa Ludw. est évidemment la même chose et je la place en synonymie.

On peut voir aisément que cette *Myrica* ne ressemble point, comme disent Massalongo et Visiani, à *Comptonia ulmifolia.* Ung.

50. **Myrica Banksiaefolia.** Ung.

1845. Myrica banksiaefolia. Ung. — Syn. Pl. foss. p. 214 (nomen).
1847. Myrica banksiaefolia. Ung. — Chloris protog. p. LXXVIII (nomen).
1850. Myrica banksiaefolia. Ung. — Gen. et species pl. foss. p. 394.
1850. Myrica banksiaefolia. Ung. — Foss. Flora v. Sotzka. p. 30, pl. VI, fig. 3. 4 ; pl. VII, fig. 2-6.

C. D. L. n° 62.

Un fragment de feuille avec des dents sur le bord, correspondant parfaitement à la description et aux figures citées.

51. **Myrica salicina.** Ung.

1850. Myrica salicina. Ung. — Gen. et species. Pl. foss. p. 396.
1852. Myrica salicina. Ung. — Iconogr. Pl. foss. p. 32, pl. XVI, fig. 7.
1854. Myrica salicina. Vis et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 16, p. 4.
1856. Myrica salicina. Vis et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 19.

M. C.

Un seul exemplaire.

52. **Myrica lepida.** Heer.

1859. Myrica lepida. Heer. — Fl. tert. Helvetiae III, p. 188, pl. CLIII, fig. 22-23.

C. M. Fl. n° 460.
C. M. G. n° 17610.

53. **Myrica berica.** Vis et Mass.

1854. Myrica berica. Vis et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 17, p. 4.

1856. Myrica berica. Vis et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 19, pl. IV, fig. 3.

Sur la foi de Visiani et Massalongo.

54. **Myrica aloysiaefolia.** Mass.

1851. Myrica aloysiaefolia. Vis et Mass. — Fl. foss. d. Vicentino, p. 120.

1856. Myrica aloysiaefolia. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 19, pl. IV, fig. 4.

Je doute fort que cette espèce soit de Chiavon ou de Salcedo.

Fam. Betulaceae.

Gen. Betula. Tournef.

55. **Betula Dryadum.** Brongn. (nec. Ung. nec Goepp.).

1828. Betula Dryadum. Brongn. — Prodr. etc. p. 143, 214.

1828. Betula Dryadum. Brongn. — Annales Sc. Nat. 1re sér., t. XV, p. 49, pl. III, fig. 5.

C. M. Fl. nos 184, 261.

Les spécimens de cette espèce ne sont pas trop bien conservés [1]).

Fam. Salicaceae.

Gen. Salix. Tournef.

56. **Salix crebrinervia.** Wat.

1866. Salix crebrinervia. Wat. — Descrip. des Pl. foss. du Bassin de Paris, p. 171, pl. XLIX, fig. 5-6.

---

[1]) La *Betula elegans* donnée par Visiani et Massalongo comme de Novale est au contraire de Chiavon.

1866. Salix deperdita. Wat. — Loc. cit. p. 171, pl. XLIX, fig. 1-3.

C. M. Fl. 436-437.

Deux exemplaires de la partie moyenne d'une feuille.

Ser. Urticaceae.

Gen. Ulmus. Tournef.

57. (?) **Ulmus ?** sp.

C. M. Fl. n° 487.

Il s'agit d'une empreinte de fruit, très mal conservée, et que j'inscris dubitativement dans le genre *Ulmus*. Elle pourrait être aussi une graine ailée [1]).

Gen. Ficus. Tournef.

58. **Ficus affinis.** Vis. et Mass.

1854. Ficus affinis. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 27, p. 7.

1856. Ficus affinis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 24, pl. VI, fig. 1.

M. C.

J'ai déjà manifesté mon opinion sur cette espèce dans la préface, et je la place ici avec bien des doutes. Mes exemplaires sont dans un si mauvais état de conservation que je ne peux rien ajouter à ce que j'ai dit ; il faudrait en tout cas changer le terme dans la diagnose : *costa distincta enervis.*

59. **Ficus infernalis.** Vis. et Mass.

1853. Ficus infernalis. Vis. et Mass. in Mass. — Pl. foss. novae, p. 24.

---

[1]) L'*Ulmus quercifolia.* Vis. et Mass. de Novale est de Chiavon ou Salcedo. C'est le même que Planera Ungeri (Kov.) Ett. = Fagus atlantica. Vis. et Mass. = F. novalensis Mass.

1854. Ficus infernalis. Vis et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 28, p. 5.

1856. Ficus infernalis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 24, pl. V.

C. J. B. n° 390, 406.

Deux échantillons peu conservés.

60. **Ficus De Stephanii. n. sp.** — pl. III, fig. 4.

F. foliis ovato ellipticis, sub-coriaceis, basi rotundatis, apice acuminatis, nervo mediano valido, nervis secundariis tenuibus, sub angulo 65°-75° egredientibus, crebris, marginem versus curvatis, camptodromis, nervulis minoribus nervis secundariis parallelis interpositis.

Cette belle espèce de Ficus est à feuille sub-coriacée. La nervation est formée par une nervure médiane en ligne droite, de laquelle partent à une distance de 4 à 5 mm. l'une de l'autre des nervures-secondaires avec un angle de 65° à 75°. Celles-ci sont d'abord en ligne droite, puis elles se courbent, se bifurquent et s'anastomosent l'une avec l'autre avant d'atteindre le bord de la feuille.

Entre ces nervures, il y en a d'autres plus fines qui courent parallèlement et vont aboutir à la moitié de l'arc formé par l'anastomose des nervures principales.

L'espace entre ces nervures est occupé par un reticule veineux que l'on entrevoit seulement à la loupe et même avec difficulté.

La feuille a une longueur de 90 mm. et une largeur de 30 mm. Sa base est arrondie et un peu dissymétrique.

Je dédie cette espèce à M. le Prof. Charles De Stefani qui m'a gracieusement envoyé la collection

du Musée de Florence pour en faire l'objet de mes études [1]).

Ser. Policarpicae.

Fam. Lauraceae.

Gen. Laurus. Linn. emend.

61. **Laurus Lalages.** Ung.

1850. Laurus Lalages. Ung. — D. foss. Fl. v. Sotzka. p. 169, pl. XL, fig. 6-9
1854. Laurus Lalages. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 30, p. 6.
1856. Laurus Lalages. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 26.

C. M. G. n° 4998.

L'exemplaire unique que j'ai vu, appartient à la collection du Musée géologique, mais il est peu conservé et assez douteux ; Visiani et Massalongo en citent aussi un seul exemplaire.

62. **Laurus primigenia.** Ung.

1850. Laurus primigenia. Ung. — Gen. et species. Pl. foss. p. 423.
1850. Laurus primigenia. Ung. — D. foss. Flora v. Sotzka, p. 38, pl. XIX, fig. 1-4.
1854. Laurus primigenia. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 32, p. 6.
1856. Laurus primigenia. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 26.

C. M. Fl. n° 122 (1).
C. M. G. n° 4965.

Deux seuls échantillons. Il paraît assez rare.

---

[1]) Le *Ficus rhombifolia.* Vis. et Mass. est un fragment quelconque indéchiffrable. Voir dans la préface.

Gen. Benzoin. Nees.

63. **Benzoin Weberi.** Sch.

1852. Laurus benzoidea. Web. O. — D. Tertiärfl. d. nieder. Braunkohl. p. 180, pl. XX. fig. 5.
1853. Juglans acuminata. Mass. — Plantae foss. novae, p. 24.
1854. Laurus benzoidea. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 31, p. 6.
1856. Laurus benzoidea. Vis et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 26.
1870-72. Benzoin Weberi Sch. — Traité de Paléont. vég. p. 837.

Je cite cette espèce sur la foi de Massalongo et de Visiani.

Gen. Cinnamomum. Nees.

64. **Cinnamomum lanceolatum.** (Ung.) Heer.

1850. Daphnogene lanceolata. Ung. — D. foss. Fl. v. Sotzka. p. 37, pl. XVI, fig. 1-4. 6.
1856. Cinnamomum lanceolatum. Heer. — Fl. tert. Helvetiae II, p. 86, pl. XCIII, fig. 6-11.
1859. Cinnamomum lanceolatum. Mass. — Syllab. Pl. foss. p. 58.

Je n'ai eu aucun exemplaire de cette espèce. Massalongo la cite dans son Syllabus comme de Zovencedo, M. Pastello et de Novale ; mais je doute de cette dernière localité.

Gen. Daphnogene. Ung. emend. Sch.

65. **Daphnogene Novalensis.** Vis. et Mass.

1854. Daphnogene Novalensis. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 34, p. 6.

1856. Daphnogene Novalensis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 27, pl. VI, fig. 6.

Je n'ai eu à ma disposition rien de semblable, et je la cite sur la foi de Visiani et Massalongo. Cette espèce pourrait être un *Ficus* [1]).

Fam. Magnoliaceae.

Gen. Magnolia. Linn.

66. **Magnolia Hoffmanni.** Ludw. Pl. III, fig. 5.

1859. Magnolia Hoffmanni. Ludw. — Foss. Pfl. aus der ält. Abtheil. d. Rheinisch-Wetterauer-Braunkohle, p. 122, pl. XLVII, fig. 1, 2, 6-8.

C. D. L. n° 42.

Empreinte non complète, et à laquelle manque la partie supérieure. La base est dissymétrique, les deux moitiés s'attachent à des hauteurs différentes. La moitié à droite (dans l'exemplaire) se détache à angle aigu, la moitié à gauche court d'abord le long du pétiole, puis elle s'en détache avec une courbure bien prononcée, et présente ainsi une base arrondie.

L'état de conservation de l'échantillon ne permet pas d'assurer que la nervation est réellement d'une Magnoliacée, comme le voudrait Ludwig; je suis plutôt porté à croire que cette feuille est d'un *Sapindus*, genre dans lequel est bien commun ce type de terminaison de la base. Mais il faudrait avoir des exemplaires mieux conservés pour trancher la question.

[1]) La *Daphnogene Ungeri*. Heer. = Ceanothus lanceolatus. Vis. et Mass. in Syn. et Fl. foss. Nov. n'est point de Novale, mais de Chiavon.

Cl. **Columniferae.**

Fam. Tiliaceae.

Gen. Elaeocarpus. Linn.

67. **Elaeocarpus europaeus.** Ett.

1869. Elaeocarpus europaeus. Ett. — Foss. Fl. v. Bilin. III, p. 16, pl. XLIII, fig. 6-10.

C. M. Fl. n° 123, 135, 408, 409-501.

Assez commun. Quelques exemplaires sont à feuilles bien grandes (n° 408, 409).

Ser. Terebinthinae [1]).

Fam. Xanthoxylaceae.

Gen. Xanthoxylum. H. B. et Kunth.

68. **Xanthoxylum Cherpicum.** Mass. — Pl. III, fig. 11.

1858. Zanthoxylon cherpicum. Mass. — Palaeoph. rar., p. 39.

1859. Zanthoxylon Cherpicum. Mass. — Syll. pl. foss., p. 104.

1859. Zanthoxylon Cherpicum. Mass. — Sp. photogr. p. 71, pl. XXXII, fig. 2.

1892. Xanthoxylum Cherpicum. Mesch. et Squin. — Flor. tert. ital, p. 343.

C. M. V.

Dans une visite au Musée municipal de Vicence, j'ai eu l'occasion de voir l'exemplaire que j'ai photographié sur place et qui est bien l'espèce de Massalongo, trouvée dans le calcaire éocène du Bolca. Le fossile n'est pas trop bien conservé et la reproduction

---

[1]) La *Dombeyopsis grandifolia* citée par Massalongo dans son *Syllabus* comme de Novale, est au contraire de Chiavon.

donne bien tout ce qu'on peut rendre. La présence de cette espèce nous porte en tout cas davantage à conclure au caractère éocène du gisement de Novale.

L'extrémité de la feuille, qui semble porter une foliole plus grande que les autres et de forme différente, doit cette apparence à plusieurs folioles qui se sont superposées l'une à l'autre.

Fam. Anacardiaceae.

Gen. Rhus. Linn.

69. **Rhus Retine.** Ung.

1860. Rhus Retine. Ung. Syll. Pl. foss. I, p. 43, pl. XX, fig. 10.

C. D. L. n° 51.

Feuille d'une parfaite concordance avec la figure et la description de Unger.

Ser. Aesculinae.

Fam. Sapindaceae.

Gen. Sapindus. Linn.

70. **Sapindus Novalensis,** n. sp., pl. III, fig. 6.

S. foliolis coriaceis, sessilibus, lanceolatis, basi inaequalibus, angustatis, apice emarginatis, margine integris, paullulum undulatis, nervo medio valido, incurvato, nervis secundariis 12-14, sub angulo 60° circiter egredientibus.

C. M. Fl. 133-134.
M. C.

J'ai été longtemps incertain si je devais placer ces feuilles dans *Sapindus undulatus* Al. Br., ou bien en faire une espèce nouvelle. Si je n'avais eu que les

deux échantillons du Musée de Florence (empreinte et contre-empreinte), j'aurais préféré les identifier avec l'espèce d'Oeningen, parce que le sommet obtus et sa légère concavité pouvaient très bien être produits par une déformation accidentelle.

Mais ayant recueilli moi-même un autre échantillon de la même espèce et qui avait le même caractère au sommet de la feuille, je n'ai plus hésité à distinguer cette forme de celle du *S. undulatus*. On peut relever d'après la figure et d'après la diagnose, que pour le reste il est assez voisin du *S. undulatus ;* il se distingue aussi par le limbe plus robuste et par les intervalles plus grands (si l'on voulait subtiliser) entre les nervures secondaires.

Massalongo dans son *Syllabus* (p. 93) donne un *Sapindus Novalensis ;* mais comme il n'a donné ni description, ni figure d'une telle espèce, il est impossible de savoir s'il s'agissait de quelque chose de semblable. Je n'ai pas en conséquence mis ce nom en synonymie.

71. **Sapindus primaevus,** n. sp., pl. III, fig. 8.

S. foliis pinnatis, foliolis basi valde inaequalibus, petiolulatis, sub-falcatis, apice acutis, integerrimis, lamina basi uno latere rotundata, altero acuta, nervis secundariis curvatis, numerosis, vix conspicuis.

C. M. Fl. n° 68-69.

Cette espèce est sans doute voisine du *S. falcifolius* Heer, mieux encore du *S. Drepanophyllus* Sap. (Rév. de la Fl. d. Gypses d'Aix. p. 191, pl. XIII, fig. 4, 5) et principalement de la feuille figurée sous le numéro 4. Les nervures qui se voient à peine dans les deux exemplaires de Novale, sont proportionellement plus distantes entre elles, et en outre la feuille est de taille plus petite. Elle ne mesure que 4 cent. de longueur sur 1 de largeur. Mais la différence de taille ne serait pas un motif trop sérieux pour en faire une

espèce différente, parce que sur un même individu les feuilles peuvent être de grandeur diverse selon leur âge ; mais le caractère des nervures qui sont proportionellement plus distantes que dans *S. Drepanophyllus*, me font croire qu'il s'agit vraiment d'une autre chose. En effet, s'il s'agissait de la même forme, les nervures devraient être proportionellement plus voisines entre elles en considération de la jeunesse et de la petitesse de la feuille.

En outre, l'allure de la moitié du limbe à base arrondie est légèrement diverse, parce que la plus grande distance entre le bord et la nervure médiane se trouve vers la base et non vers la moitié de la feuille, ce que M. de Saporta a mis en évidence pour son espèce.

Pour tous ces motifs il me paraît raisonnable d'en faire une espèce nouvelle.

Je dois cependant noter que bien que j'aie attribué ces feuilles au genre *Sapindus*, il y a aussi dans d'autres familles de plantes des feuilles qui affectent une forme semblable.

Je cite, entre autres, parce que je les ai sous les yeux, les feuilles de *Hymenaea splendita* Vog, et *H. stilbocarpa*, Hayne, du Brésil, qui appartiennent aux Papilionacées. Je note encore que l'espèce de Novale est assez proche du *Sapindus angustifolius* Lesqx ; mais celle-ci est sessile et non pétiolée comme la nôtre. Du reste le *Sapindus angustifolius* est lui aussi représenté à Novale.

Peut-être aussi quelques échantillons figurés dans la flore de Haering par Ettingshausen sous le nom de *Cassia pseudoglandulosa* doivent-ils être rapportés à l'espèce de Novale.

72. **Sapindus angustifolius.** Lesqx.

1878. Sapindus angustifolius. Lesqx. — Contr. to the foss. fl. of the West. Territ. part II. The tert. flora. p. 265, pl. XLIX, fig. 2-7.

1883. Sapindus angustifolius. Lesqx. — Cret. and tert. flora. (Fl. of the Green River Group), p. 181, pl. XXXVII, fig. 1-8, pl. XXXIX, fig. 12.

M. C.

C'est un fragment de rachis avec deux feuilles attachées, mais non complètes. Il ressemble beaucoup à l'exemplaire figuré par Lesquereux à la pl. XXXVII, fig. 3 de la flore du Green-River.

73. **Sapindus obtusifolius.** Lesqx.

1854. Cassia dimidiata. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 71, p. 12.

1856. Cassia dimidiata. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 44, pl. XIII, fig. 1.

1878. Sapindus obtusifolius. Lesqx. — Contr. to the foss. fl. of the West. Territ. part. II. The tert. fl., p. 266, pl. XLIX, fig. 8-11.

1883. Sapindus obtusifolius. Lesqx. — Cret. and tert. flora. (Fl. of the Green-River Group), p. 181. (Miocen fl., Bad-Lands), p. 235, pl. XLVIII, fig. 5-7.

C. M. Fl. n° 137.

Feuille avec le contour et la grandeur de celle qui a été figurée dans le dernier mémoire cité à pl. XLVIII, fig. 7. J'attribue à cette espèce la *Cassia dimidiata*, Vis. et Mass. qui n'est pas évidemment une *Cassia*. Les exemplaires de Sinigaglia appartiennent aussi, d'après la figure, au genre *Sapindus* et probablement à cette espèce.

74. **Sapindus dubius.** Ung.

1854. Sapindus dubius. Ung. — Foss. fl. v. Gleichenberg, p. 24, pl. V, fig. 12.

1859. Sapindus dubius. Heer. — Fl. tert. Helvetiae III, p. 63, pl. CXX, fig. 9-11.

C. M. Fl. n° 62, 159, 319.

75. **Sapindus Pythii.** Ung.

1860. Sapindus Pythii. Ung. Sylloge pl. foss., p. 33, pl. XIV, fig. 6-7.

C. J. B. n° 371, 391.

76. **Sapindus cupanioides.** Ett.

1869. Sapindus cupanioides. Ett. — Fl. foss. v. Bilin III, p. 25, pl. XLVII, fig. 3.

C. D. L. n° 58.

Le fossile est formé par la base d'une feuille. Bien nette et même plus exagérée que dans l'exemplaire figuré par Ettingshausen est la dissymétrie de la base.

77. **Sapindus Ungeri.** Ett.

1850. Cassia Phaseolites. Ung. Foss. Fl. v. Sotzka, pl. XLV, fig. 1-7, (non 8-9).
1860. Sapindus Ungeri. Ett. in Ung. — Syll., pl. foss. I, p. 34, pl. XX, fig. 1-6.
1870. Sapindus Ungeri. Ett. — Beitr. Z. K. d. foss. Fl. v. Radoboj, p. 61, pl. II, fig. 9.

C. D. L. n° 4, 63.
C. M. Fl. n° 16.
C. J. B. n° 377.
C. M. G. n° 8923, (8926, 8933), 8935.

NB. Les exemplaires 8926, 8933 sont deux fragments qui se complètent, bien qu'ils portent dans la collection deux numéros.

Gen. Cupanites. Sch.

78. **Cupanites Neptuni.** (Ung.) Sch. Pl. IV, fig. 1.

1850. Samyda Neptuni. Ung. — Gen. et spec. pl. foss. p. 443.

1860. Cupania Neptuni. Ung. — Syll. Pl. foss. I, p. 35, pl. XV, fig. 7, 8, pl. XVI, fig. 1-4.
1874. Cupanites Neptuni. Sch. — Traité de Paléont. vég. III, p. 171.

C. M. Fl. n° 312, 365.

Les deux exemplaires forment empreinte et contre-empreinte de la même feuille.

Fam. Malpighiaceae.

Gen. Malpighiastrum. Ung.

79. **Malpighiastrum byrsonimaefolium.** Ung.

1850. Malpighiastrum byrsonimaefolium. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 46, pl. XXIX, fig. 4, 5.
1854. Malpighiastrum rotundifolium. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 41, p. 8.
1856. Malpighiastrum rotundifolium. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 31, pl. VII, fig. 4.
1860. Malpighiastrum byrsonimaefolium. Ung. — Syll., pl. foss. I, p. 31, pl. XIII, fig. 1.

C. D. L. n° 38.

DeVisiani et Massalongo ont créé cette espèce de *M. rotundifolium* d'après une feuille dont ils ont reconnu eux-mêmes la grande ressemblance avec l'espèce de Sotzka *M. byrsonimaefolium*, et ils l'ont détachée de celle-ci soit pour la taille plus petite, soit parce qu'ils ont vu des nervures qui manquent, disent-ils, dans l'espèce de Unger. Quant à la taille, j'ai déjà dit que, pour l'ordinaire, elle ne doit pas avoir d'influence sur les déterminations, à l'exception de quelques cas spécifiques. Relativement au défaut de nervation, je ferai observer qu'il est bien vrai que M. Unger dans la primitive diagnose dit *nervis secundariis nullis*, mais ils pouvaient bien supposer que ce défaut ne

pouvait dériver que de l'état de conservation de la feuille et que l'on devait en conséquence n'en tenir compte que pour les exemplaires de Sotzka. En effet Unger même plus tard (après la publication de la Fl. de Novale) a complété la diagnose sur des spécimens de Radoboj et figuré dans la Sylloge une feuille plus grande avec des nervures.

C'est ainsi que j'attribue à *M. byrsonimaefolium* le *M. rotundifolium* De Vis. et Mass. L'exemplaire de la collection Dal Lago est très semblable à la fig. de Massalongo et De Visiani.

80. **Malpighiastrum lanceolatum.** Ung. Pl. I, fig. 10.

1850. Malpighiastrum lanceolatum. Ung. — Fl. foss. v. Sotzka, p. 46, pl. XXIX, fig. 6, 7.

C. D. L. n° 24 (2) — 25 (2) — 61, 67 (2) — 75 ?

C. M. G. n° 17647 (1).

Assez commun.

81. (?) **Malpighiastrum macrophyllum.** Vis. et Mass.

1853. Malpighiastrum giganteum. Mass. — Pl. foss. nov. p. 24.
1854. Malpighiastrum macrophyllum. Vis. et Mass. — Syn., fl. tert. nov. n° 42, p. 8.
1856. Malpighiastrum macrophyllum. Vis. et Mass. — Fl. foss. nov. p. 31, pl. VIII, fig. 1.

Je note avec beaucoup de doute cette espèce que je serais fort tenté d'attribuer à *Magnolia Dianae*, Ung. Mais comme je n'ai pu voir l'exemplaire original, ni quelque autre spécimen, et d'autre part ne pouvant rien déduire de la figure, je la place ici pour le moment.

Ser. Frangulinae.

Fam. Celastraceae.

Gen. Evonymus. Tournef.

82. **Evonymus deperditus,** n. sp., pl. IV, fig. 3.

1856. Palaeolobium Novalense. Vis. et Mass. ? — Fl. foss. nov. p. 42, pl. XII, fig. 1 (non pl. XIII, fig. 2).

E. foliis membranaceis, ellipticis, crebre et obtuse serratis, apice obtusis, nervo primario recto, nervis secundariis 9-10, sub angulo 50° egredientibus, camptodromis, venulis areolas laxas efficientibus.

C. M. Fl. n° 528.

La feuille en question présente les dimensions de mm. 75 sur 50 ; elle est à contour général elliptique et à bord dentelé avec des dents obtuses, à tel point que çà et là elles semblent plutôt des crénelures. Les dents sont assez serrées ; sur chaque centimètre du bord on en compte de 5 à 6. Le sommet de la feuille est obtus ; la base n'est pas visible dans l'échantillon ; mais, si l'on en juge d'après le reste, elle doit être obtuse.

La nervure médiane est bien visible et en ligne droite, et elle finit peu avant d'atteindre le sommet de la feuille. De celle-ci partent les nervures secondaires, très fines d'abord, avec des angles très aigus, mais qui se courbent peu après vers la base, de sorte que l'angle général n'est que d'environ 50°. Chacune de ces nervures, peu avant d'atteindre le bord, se porte vers le sommet de la feuille et s'anastomose avec la nervure supérieure.

La surface de la feuille entre deux nervures consécutives est remplie par un réseau à mailles peu épaisses de vénules.

Cette espèce ne concorde avec aucune autre espèce fossile que je connaisse. Elle est voisine de *Evonymus Haidingeri*. Ett. (Die foss. Fl. v. Köflach in Steiermark, — p. 752, pl. II, fig. 12, 12a), mais elle s'en distingue par la dentelure plus grossière et moins aiguë, par le sommet obtus et par l'angle moins aigu que les nervures secondaires font avec la principale.

Parmi les espèces vivantes la nôtre est bien semblable à *Evonymus glaber*, Roxb. des Indes Orientales; cette espèce a pourtant le sommet aigu.

Je rapporte à mon espèce le *Palaeolobium Novalense*. Vis. et Mass. ex parte, c'est-à-dire l'échantillon figuré à la pl. XII, fig. 1, qui est évidemment autre chose qui celui figuré à pl. XIII, fig. 2.

Gen. Celastrus Linn.

83. **Celastrus Andromedae.** Ung. (non Heer).

1850. Celastrus Andromedae. Ung. — Foss. Fl. v Sotzka, p. 67, pl. XXX, fig. 2-4, 7.

C. M. G. n° 5000, 5010.

Rare [1]).

Fam. Elaeodendraceae.

Gen. Elaeodendron. Jacq.

84. **Elaeodendron degener.** (Ung.) Ett.

1850. Ficus degener. Ung. — Gen. et Sp., pl. foss. p. 413.

1850. Ficus degener. Ung. — Foss., Fl. v. Sotzka, p. 165, pl. XXXIV, fig. 3, 6, 7.

1854. Ficus degener. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 26, p. 5.

[1]) Le Celastrus pachyphyllus. Vis. et Mass. (Syn. n° 43. et fl. foss. Nov. p. 32, pl. VIII, fig. 3) n'est qu'une mauvaise empreinte de Inga novalensis. (Vis. et Mass). Ung.

1856. Ficus degener. Vis. et Mass. — Fl. tert. Nov. p. 24.

1869. Elaeodendron degener. Ett. — Foss., Fl. v. Bilin, III, p. 37, pl. XLIX, fig. 5, 7-10.

C. D. L. n° 5, 31.

L'échantillon n° 5 est assez mal conservé et douteux ; l'autre correspond très bien aux figures de Unger et Ettingshausen.

85. **Elaeodendron Saccardoi,** n. sp., pl. III, fig. 12.

E. foliis obovatis, petiolatis, crenatis, apice parum emarginatis, basi leviter decurrente, nervo mediano recto, nervis secundariis e nervo mediano angulis circiter 60° egredientibus, marginem non attingentibus.

C. J. B. n° 387.

Cette belle espèce de Célastrinée a la feuille ovale, avec le diamètre longitudinal de 53 mm. et le diamètre transversal de 32 à 33 mm. Le bord est élégamment crénelé, non dentelé comme dans *Celastrus Heerii* Sism. Il s'en distingue aussi par la forme de la base qui, dans l'espèce de Novale, est légèrement décurrante, et par l'allure de la nervure médiane qui est droite et non pas à zig-zag comme dans l'espèce de Guarène. En outre les nervures secondaires s'écartent en faisant des angles moins aigus (20° environ dans C. Heerii Sism. ; 60° dans l'espèce de Novale). On ne les distingue qu'à la loupe. Notre espèce est aussi voisine du *Celastrus Persei.* Ung. lequel, bien que dans la diagnose il soit donné comme ayant le bord crénelé, est figuré dentelé tant dans la figure de Unger, (Fl. foss. v. Kumi, pl. XIII, fig. 10, 11) que dans celle de Heer.

La figure donnée par Unger dans la Flore fossile de Sotzka du *C. Persei* est bien semblable à notre fossile ; mais on ne voit pas l'échancrure du sommet

et la base s'amincit bien plus rapidement que dans le fossile de Novale.

Malgré cela, je serais disposé à rapprocher notre espèce du *C. Persei* de Sotzka, mais alors il faudrait évidemment donner un autre nom spécifique aux *C. Persei* de Kumi et de la Suisse.

Parmi les espèces vivantes j'ai trouvé de bien semblable l'*Elaeodendron glaucum* Pers. dont on peut voir une bonne figure dans Ettingshausen : Über Nerv. d. Blätter den Celastrineen, p. 14, fig. 4 ; pl. II, fig. 14. — Je dédie l'espèce de Novale à M. Saccardo prof. de Botanique et directeur du Jardin botanique.

Fam. Aquifoliaceae.

Gen. Ilex. Linn.

86. **Ilex parschlugiana.** Ung.

1847. Ilex parschlugiana. Ung. — Chlor. protogaea, p. 148, pl. L, fig. 8.
1853. Quercus griphus. Mass. — Pl. foss. novae. p. 24.
1854. Ilex parschlugiana. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 44, p. 8.
1856. Ilex parschlugiana. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov., p. 33.

C. D. L. n° 49, 50.
C. J. B. n° 388.

La feuille du jardin Botanique avait sur l'étiquette de la main de Massalongo « *Pyrus trogloditarum* ». Elle a cependant le bord à dents épineux, ce qui ne concorde évidemment pas avec la diagnose de cette espèce.

Les exemplaires de la collection Dal Lago sont assez bien conservés, quoiqu'ils soient incomplets.

Fam. Rhamnaceae.

Gen. Zizyphus. Tournef.

87. **Zizyphus Ungeri.** Heer.

1847. Ceanothus zizyphoides. Ung. — Chlor. protog. p. 145, pl. XLIX, fig. 10.
1854. Ceanothus zizyphoides. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 46, p. 8.
1856. Ceanothus zizyphoides. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 34.
1859. Zizyphus Ungeri. Heer. — Fl. tert. Helvetiae, III, p. 74, pl. CXXII, fig. 25.

C. D. L. n° 34.
C. M. Fl. n° 35, 36, 93, 94, 135, 170, 329, 466 (1), et un exemplaire sans numéro.

C. J. B. n° 399.

Espèce très répandue et de dimensions très variables.

88. **(?) Zizyphus paradisiacus.** (Ung.) Heer.

1845. Daphnogene paradisiaca. Ung. — Syn. pl. foss. p. 227 (nomen).
1850. Daphnogene paradisiaca. Ung. — Gen. et Sp. pl. foss., p. 424.
1850. Daphnogene paradisiaca. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 167, pl. XXXVII, fig. 8, 11, pl. XXXVIII, fig. 1-7.
1850. Daphnogene melastomacea. Ung. — Loc. cit., p. 168, pl. XXXVII, fig. 12, pl. XXXVIII, fig. 1-5.
1850. Daphnogene relicta. Ung. — Loc. cit. p. 168, pl. XXXIX, fig. 6.
1854. Daphnogene paradisiaca. Vis. et Mass. - Syn. fl. tert. Nov. n° 33, p. 6.

1856. Daphnogene paradisiaca. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 27.
1859. Zizyphus paradisiacus. Heer. — Fl. tert. Helvetiae III, p. 74.

Je n'ai vu dans les différentes collections rien de semblable, et j'en suis étonné ; car Visiani et Massalongo disent que cette espèce est bien fréquente à Novale. Je crains que les exemplaires vus par ces auteurs ne soient pas de Novale, mais de Chiavon ou de Salcedo, et je la cite ici très dubitativement.

Ser. Umbelliflorae.

Fam. Araliaceae.

Gen. Aralia. Don.

89. **Aralia vitifolia** (Mass. et Vis.). Squin.

1853. Dombeyopsis vitifolia. Mass. et Vis. — in Mass. Pl. foss. novae., p. 24.
1854. Dombeyopsis vitifolia. Mass. — Monog. Domb. foss., p. 21.
1854. Dombeyopsis vitifolia. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert Nov. n° 40. p. 7.
1854. Dombeyopsis Beggiati. Mass. — Monogr. Domb. foss. p. 20.
1854. Dombeyopsis Beggiati. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 39. p. 7.
1856. Dombeyopsis vitifolia. Mass. et Vis. — Fl. foss. Nov. p. 30, pl. VII, fig. 3.
1856. Dombeyopsis Beggiati. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 30, pl. VII, fig. 2.
1859. Acer Novalensis. Mass.— Syll. Pl. foss. p. 91.
1859. Dombeyopsis Beggiati. Mass. — Loc cit. p. 88.

C. M. Fl. n° 138.

L'exemplaire que j'ai examiné n'est que la partie inférieure de la feuille. Je pense que les deux espè-

ces de Massalongo et De Visiani ne sont qu'une seule et même chose, à laquelle les différences de position dans la fossilisation donnent des apparences différentes. Enfin le port des feuilles, ainsi que l'on peut en juger par les figures données, conduit à une *Aralia*, et non à *Dombeyopsis* ou à *Acer*.

Gen. Panax. Linn.

90. **Panax longissimum.** Ung., pl. IV, fig. 9.

1850. Panax longissimum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 174, pl. LXV, fig. 21, 23.

C. D. L. n° 1.

C'est, comme l'on voit sur la figure, une feuille presque entière à laquelle manque à peine le sommet.

Fam. Cornaceae.

Gen. Cornus. Linn.

91. **Cornus rhamnifolia.** Web.

1852. Cornus rhamnifolia Web. — D. Tertiärfl. d. Nieder. Braunkohl. p. 192, pl. XXI, fig. 8.

C. M. G. n° 17648.
C. M. Fl. n^{os} 173, 174.

Feuille non complète, très semblable à la fig. 6 de la pl. XVIII du mémoire de Heer. Beitr. z. foss. Flor. Spitzbergens.

Ser. Myrtiflorae.

Fam. Myrtaceae.

Gen. Eucalyptus. L'Hérit.

92. **Eucalyptus haeringiana.** Ett. — Pl. IV, fig. 10.

1852. Eucalyptus haeringiana. Ett. — Tert. Fl. v. Haering, p. 84, pl. XXVIII, fig. 2-25.

C. M. Fl. n° 400-401.
C. D. L. n° 39.
C. M. G. n° 4968.

La feuille de la collection Dal Lago que je reproduis est un vrai *Eucalyptus*, bien que M. Schenk ne veuille pas admettre ce genre dans les plantes fossiles. Quant à la nervation, cette espèce fossile ressemble à *E. diversifolia* et à *E. glauca.*

La feuille de la collection du Musée géologique est mal conservée ; les feuilles du Musée de Florence sont au contraire bien conservées.

93. **Eucalyptus oceanica.** Ung.

1850. Eucalyptus oceanica. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 52, pl. XXXVI, fig. 1-13.
1854. Eucalyptus oceanica. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 56, p. 10.
1856. Eucalyptus oceanica. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 38.

Je cite cette espèce sur la foi de Massalongo et de Visiani.

Gen. Eugenia. Mich.

94. **Eugenia Apollinis.** Ung.

1850. Eugenia Apollinis. Ung. — Gen. et sp. Pl. foss. p. 480.
1850. Eugenia Apollinis. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 52, pl. XXXV, fig. 3-18.
1854. Eugenia Apollinis. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 55, p. 10.
1856. Eugenia Apollinis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov., p. 38.

C. J. B. n° 389.

Rare.

95. **Eugenia Laziseana.** Mass.

1851. Eugenia Laziseana. Mass — Pl. foss. Vicent. p. 174.
1854. Eugenia Laziseana. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 54, p. 10.
1856. Eugenia Laziseana. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 38, pl. XII, fig. 2.

Je n'ai eu aucun échantillon de cette espèce ; je la cite d'après de Visiani et Massalongo.

Ser. Thymelinae.

Fam. Proteaceae.

Gen. Banksites. Sap.

96. **Banksites integer.** Sap., pl. IV, fig. 4.

1861. Banksites integer. Sap. — Exam. analit. des fl. tert. de Prov., p. 22.
1863. Banksites integer. Sap. — Etud. I (VI), p. 68, pl. VIII, fig. 7.

C. M. Fl. n° 470.
C. J. B. n° 382.

L'échantillon du Jardin Botanique représente l'extrémité supérieure et celui du Musée de Florence l'extrémité inférieure. La photographie que j'en donne est un peu plus petite que l'original.

Ser. Rosiflore.

Fam. Pomaceae.

Gen. Pirus. Lindl.

97. **Pirus coriacea.** Vis. et Mass.

1854. Pyrus coriacea. Vis. et. Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 59, p. 11.

1856. Pyrus coriacea. Vis. et Mass. -- Fl. foss. Nov. p. 40, pl. XII, fig. 3.

C. D. L. n° 11.

Rare. J'ai des doutes sur l'attribution au genre *Pirus*, mais je ne peux décider de la question, parce-qu'on ne voit pas sur l'échantillon de nervures secondaires.

98. **Pirus troglodytarum.** Ung.

1850. Pirus troglodytarum. Ung. — Gen. et Sp. Pl. foss., p. 481.
1850. Pyrus troglodytarum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 183, pl. LVIII, fig. 2-10.
1854. Pyrus troglodytarum. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 58, p. 10.
1856. Pyrus troglodytarum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov., p. 39.

Sur la foi de Visiani et de Massalongo.

99. **Pirus ambigua.** Vis. et Mass.

1854. Pyrus ambigua. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 57, p. 10.
1856. Pyrus ambigua. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 39, pl. XII, fig. 4.

D'après Visiani et Massalongo.

Fam. Amygdalaceae.

Gen. Amygdalus. Linn.

100. **Amygdalus pereger.** Ung.

1850. Amygdalus pereger. Ung. — Gen. et Sp. Pl. foss., p. 483.
1850. Amygdalus pereger. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 184, pl. XXXIV, fig. 10-16.

1854. Amygdalus pereger. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 63, p. 11,

1856. Amygdalus pereger. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov., p. 41.

C. M. Fl. n° 326.

Feuille incomplète.

Ser. Leguminosae.

Fam. Papilionaceae.

Gen. Dalbergia. Roxb.

101. **Dalbergia vicetina,** n. sp., pl. IV, fig. 5-5a.

D. foliolis oblongis, mm. 5-6 longis, 4 latis, basi cuneatis, apice inaequaliter emarginatis, nervo primario distincto, nervis secundariis fere rectis, sub angulis 60° egredientibus.

C. M. Fl. n° 120-121.

Les échantillons de cette espèce, au nombre de deux, forment empreinte et contre-empreinte. Les folioles sont très petites, et elles rappellent à première vue diverses espèces décrites par Heer, telles que : *Podogonium Lyellanum*, *Indigophera microphylla*, *Edwarsia retusa*, *Colutea debilis*, *etc.* Le caractère distinctif de notre espèce est la dissymétrie des deux parties du limbe de la feuille. La forme plus voisine de la nôtre est, à ma connaissance, la *Dalbergia emarginata*. Sap. des Gypses d'Aix-en-Provence; mais elle est bien plus grande, (mm. 17×10) et en outre les nervures secondaires forment dans l'espèce française des angles bien plus aigus que dans la nôtre.

102. **Dalbergia primaeva.** Ung.

1850. Dalbergia primaeva. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 55, pl. XXXIX, fig. 8-12.

C. M. G. n° 4943.

La feuille en question est surtout semblable à celle qui a été figurée par Unger (ouvrage cité, fig. 11.)

Gen. Palaeolobium. Ung.

103. **Palaeolobium Novalense.** Vis et Mass.

1854. Palaeolobium Novalense. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert, Nov. n° 66, p. 11.
1856. Palaeolobium Novalense. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 42, pl. XIII, fig. 2 (non pl. XII, fig. 1).

C. M. Fl. n° 544.

Mauvais exemplaire. Les nervures, que l'on voit à peine, partent sous un angle de 35° environ.

J'ai déjà dit que l'exemplaire de la pl. XII, fig. 1 de la Flore de Novale est un *Evonymus.*

104. **Palaeolobium heterophyllum.** Ung. pl. IV, fig. 11.

1850. Palaeolobiun heterophyllum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 55, pl. XLI, fig. 1-5.

C. D. L. n^{os} 29, 66.
C. M. G. n° 17621.

Non commun.

105. **Palaeolobium haeringianum.** Ung.

1850. Palaeolobium haeringianum. Ung. — Gen. et sp. Pl. foss. p. 490.
1850. Palaeolobium haeringianum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 56, pl. XLI, fig. 9-10.

C. D. L. n° 7.

L'échantillon unique que j'ai eu entre les mains se rapprocherait par sa forme générale du *P. heterophyl-*

lum. Ung. et surtout des exemplaires figurés par M. Ettingshausen dans la Flore de Haering (pl. 29, fig. 19) et par Unger dans la Flore de Sotzka (pl. 51. fig. 3) ; mais il a une nervation de beaucoup plus serrée que celle qu'on voit représentée dans les figures du *P. heterophyllum* et que l'on déduit de la diagnose. Comme nervation il est au contraire parfaitement semblable au *P. haeringianum* figuré par Unger à pl. 51, fig. 10 de la Flore de Sotzka.

106. **Palaeolobium radobojense.** Ung.

1850. Palaeolobium radobojense. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 55, pl. XLI, fig. 11.
1854. Palaeolobium radobojense. Vis. et Mass. — Fl. tert. Nov. n° 64, p. 11.
1856. Palaeolobium radobojense. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 41

Sur la foi de Massalongo et de Visiani.

107. **Palaeolobium Sotzkianum.** Ung.

1850. Palaeolobium sotzkianum. Ung. — Gen. et sp. Pl. foss. p. 490.
1850. Palaeolobium sotzkianum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 56, pl. XLI, fig. 6-7.
1854. Palaeolobium sotzkianum. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 65, p. 11.
1856. Palaeolobium sotzkianum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 42.

Sur la foi de Massalongo et de Visiani.

Gen. Calpurnia. E. Mey.

108. **Calpurnia europaea.** Sap.

1865. Calpurnia europaea. Sap. — Etudes, II^me^ Partie. 3. p. 226, pl. XIII, fig. 8.

C. D. L. n° 14.

Une foliole entière.

Fam. Caesalpiniaceae.

Gen. Gymnocladus. Lam.

109. **Gymnocladus novalensis,** n. sp. pl. IV, fig. 15.

Legumine compresso, lato, brevi, leviter marginato, apice quam basi latiore, oligospermo, seminibus rotundatis.

C. M. Fl. n° 521

Ce légume ressemble un peu au *Mucunites Grepini* Heer. (El. tert. Helv. III, p. 103, pl. CXXXIV, fig. 9-12) qui (par ce que l'on peut déduire du résidu incomplet sur lequel a été fondée cette espèce) n'est probablement que le fruit d'un Gymnocladus ou d'un genre très voisin.

Il est aussi bien proche du *G. macrocarpa* Sap. de Manosque.

Le fruit de Novale n'est pas ouvert, et l'on aperçoit seulement les semences par une saillie externe peu nette, mais l'échantillon est assez clair pour qu'on puisse en conclure qu'il s'agit de graines à contour circulaire. Le légume devait avoir environ 6 cent. de longueur sur 2 de largeur. Mais la largeur n'est pas la même partout, et le maximum se trouve peu avant le sommet qui se terminait évidemment en bec.

Il n'est guère possible de préciser le nombre des graines, mais elles ne devaient pas être nombreuses, deux ou trois au plus.

Gen. Caesalpinia. Plum.

110. **Caesalpinia Novalensis.** n. sp. pl. IV, fig. 12-13.

C. foliis bipinnatis, foliolis oppositis, petiolulatis, parum inaequalibus, apice rotundato, nervo primario distincto, secundariis obsoletis.

C. M. Fl. n^{os} 31, 32.

Les deux échantillons de cette espèce forment empreinte et contre-empreinte. Les folioles sont larges d'environ 1 mm. (quelques-unes atteignent 1 mm. et demi) et ont une longueur de 2,5 à 3 mm. La longueur totale du fossile est de 28 mm. avec 16 folioles sur le côté complet.

Cette espèce est voisine de *Acacia oeningensis* Heer (Fl. tert. Helv. III, p. 131, pl. CXXXIX, fig. 44); mais les folioles, bien qu'à sommet obtus, n'atteignent pas le caractère si obtus de celle de Novale. En outre, dans notre exemplaire elles sont réciproquement plus distantes; de la sorte, tandis que dans *A. oeningensis* elles se touchent par les bords, dans notre espèce ce contact ne se rencontre que vers le sommet. J'ajouterai que les folioles de Novale sont distinctement pétiolées, tandis que dans l'espèce d'Oeningen elles sont sessiles; et enfin que notre empreinte est pari-pennée et non impari-pennée comme l'est *A. oeningensis*.

L'*Acacia micromera* Heer est bien semblable à notre espèce, mais la base des folioles de Novale n'est pas aussi inégale, et cela résulte de la figure agrandie de Heer (Loc. cit. p. 132, pl. CXL, fig. 23 *b*). D'autre part Heer n'a figuré qu'une seule foliole et nous ne pouvons rien connaître de leur disposition.

Bien plutôt qu'à toutes ces espèces, notre fossile pourrait être comparé au *Caesalpinites minutus* Sap. (Ét. I, p. 106, pl. XI, fig. 11) de St-Zacharie, mais cette espèce a les folioles plus grandes et sessiles.

C'est pourquoi j'en fais une espèce nouvelle sous le nom de *C. novalensis*.

Gen. Cassia. Linn.

111. Cassia Phaseolites. Ung. pl. IV, fig. 8.

1850. Cassia Phaseolites. Ung. — Foss. Fl. v Sotzka, p. 58, pl. XLIV, fig. 1-5 ; pl. XLV, fig. 8-9 (non 1-7).
1854. Cassia Phaseolites. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 70, p. 12.
1856. Cassia Phaseolites. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 44.

C. J. B. nos 375 (1) 398.
C. M. Fl. nos 103, 104, 157, 158, 549 ?
C. M. G. nos 4944 ?, 4974 ?. 4987, 5011 ?, 17611,

Assez commune. Les exemplaires avec point interrogatif sont douteux et mal conservés.

112. **Cassia Memnonia.** Ung. pl. IV, fig. 6.

1864. Cassia Memnonia. Ung. — Sylloge. Pl. foss. II, p. 29, pl. X, fig. 4-8.

C. M. Fl. nos 24, 25.
C. M. G. n° 17658(a).

Rare.

113. **Cassia Zephyri.** Ett.

1852. Cassia Zephyri. Ett. — Foss. Fl. v. Haering, p. 90, pl. XXX, fig. 1-8,

C. D. L. n° 54.
C. M. G. n° 5003.

Non commune.

114. **Cassia lignitum.** Ung., pl. IX, fig. 3.

1850. Cassia lignitum. Ung. — Gen. et Sp. Pl. foss. p. 492.
1852. Cassia lignitum. Ett. — Foss. Fl. v. Haering, p. 90, pl. XXIX, fig. 40-42.
1853. Gledistschia gracillima. Mass. — Pl. foss. Navae. p. 24.
1854. Dalbergia Caslinii. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 67, p. 11.

1854. Dalbergia podocarpa. Vis. et Mass. — Loc. cit. n° 68, p. 12.
1856. Dalbergia Caslinii. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 42, pl. XIII, fig. 6.
1856, Dalbergia podocarpa. Vis. et Mass. — Loc. cit. p. 43.
1859. Dalbergia Caslinii. Mass. — Syll. Pl. foss. p. 115.

C. D. L. n^{os} 40, 46.

Non commune. M. Schimper avait déjà reconnu [1]) l'identité de *Dalbergia podocarpa* Vis. et Mass. avec *Cassia lignitum;* d'autre part nous avions donné Meschinelli et moi [2]) *D. podocarpa* Vis. et Mass. (non Ung.) comme synonyme de *D. Caslinii,* Vis. et Mass. leur identité étant fort évidente. Il faut donc (ce que nous n'avions pas fait alors n'ayant pu en voir d'exemplaires), identifier avec *Cassia lignitum,* tant *D. podocarpa* que *D. Caslinii,* Vis. et Mass.

115. **Cassia pseudoglandulosa.** Ett. — Pl. IV, fig. 7.

1852. Cassia pseudoglandulosa. Ett. — Foss. Fl. v. Haering, p. 89, pl. XXIX, fig. 48-55.
1857. Cassia Zephyri. Ett. — Foss. Fl. v. Bilin, p. 61, pl. LIV, fig. 14 (sous le nom dans les planches et dans l'explication des planches de *Cassia Zephyri).*

C. D. L. n° 27.

Je rapporte à *C. pseudoglandulo* Ett. l'échantillon que je figure à pl. IV, fig. 7, bien que les exemplaires de Haering soient à sommet aigu. M. Ettingshausen figure dans la Flore de Bilin (pl. LIV, fig. 14) un échantillon à feuille obtuse. Dans l'explication des planches et dans la planche il lui a donné

---

[1]) Schimper, W. Ph. — Traité de Paléont. vég. III, p. 385.
[2]) Meschinelli A. et Squinabol X. — Fl. tert. italica, p. 454.

le nom de *Cassia Zephyri;* mais dans le texte la même figure est attribuée à *C. pseudoglandulosa.*

116. **Cassia Berenices.** Ung.

1850. Cassia hyperborea. Ung. — Fl. foss. v. Sotzka, p. 58, pl. XLIII, fig. 2.
1850. Cassia Berenices. Ung. — Loc. cit. p. 58, pl. XLIII, fig. 4-10.
1854. Cassia hyperborea. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 69, p. 12.
1856. Cassia hyperborea. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 43.

C. M. Fl. n° 74-75.

Cette espèce n'est pas commune. Les exemplaires du Musée de Florence ont des caractères mixtes de la *Cassia hyperborea* Ung et de la *Cassia Berenices;* ce qui m'a convaincu que les deux espèces ne sont en réalité qu'une seule, et de cette identité nous avions Meschinelli et moi, déjà indiqué quelque probabilité dans notre *Flora tertiaria* [1]).

117. **Cassia,** sp.

C. D. L. n° 74.

C'est une feuille mal conservée, mais assez voisine de *Cassia pseudoglandulosa.*

Gen. Podogonium. Heer.

118. **Podogonium vicetinum,** n. sp., pl. IV, fig. 16.

P. foliolis magnis, ellipticis, basi inaequalibus, apice obtusis, mucronatis, margine integerrimo; nervo primario valido, nervis secundariis sub angulis 50° egredientibus, crebris brochiodromis.

C. M. Fl. n° 518, 529.

---

[1]) Pour *Cassia dimidiata* Vis. et Mass., voir *Sapindus obtusifolius* Lesqx.

Les folioles de cette espèce sont très grandes, elles surpassent la grandeur de celles du *P. latifolium* Heer et elles mesurent 75 mm. de long et 30 mm. de large.

Le contour est elliptique, le sommet obtus et mucroné, la base est fortement inégale, le côté droit (dans la figure) s'attachant au pétiole 3 mm. plus haut que celui de gauche.

De la base partent deux nervures plus longues que les autres et qui arrivent jusqu'à $^1/_3$ de la feuille. Les autres nervures secondaires très nombreuses sont insérées en formant un angle d'environ 50° sur la nervure médiane. Entre les nervures plus évidentes il y en a d'autres moins distinctes qui semblent partir aussi de la nervure médiane.

119. **Podogonium latifolium.** Heer.

1851. Caesalpinia major. — Al. Br. Verz. d. foss. Pfl. v. Oeningen, p. 90.
1859. Podogonium latifolium, Heer. — Fl. tert. Helvetiae. III. p. 116, pl. CXXXVI, fig. 20, 21.

C. M. G. n° 17618.

Assez rare.

Fam. Mimosaceae.

Gen. Inga. Plum.

120. **Inga Novalensis** (Vis. et Mass.). Ung. — Pl. V, fig. 4.

1853. Juglans Novalensis. Vis. et Mass. — Plantae foss. novae. p. 24 (ex parte).
1854. Juglans Novalensis. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov., n° 50, p. 9 (ex parte).
1854. Celastrus pachyphylla. Vis. et Mass. — Loc. cit., n° 43, p. 8.
1856. Juglans Novalensis. Vis. et Mass. — Fl. foss.

Nov. p. 35. pl. IX, fig. 5 (non fig. 4) ; pl. X, fig. 3 (non 1, 2, 4).

1856. Celastrus pachyphyllus. Vis. et Mass. — Loc. cit., p. 32, pl. VIII, fig. 3.

1859. Juglans Novalensis. Mass. — Syll. Pl. foss. p. 102 (ex parte).

1859. Celastrus pachyphyllus. Mass. — Loc. cit. p. 98.

1869. Inga Novalensis. Ung. — Foss. Fl. v. Radoboj. p. 34, pl. III, fig. 5-7.

1892. Juglans Novalensis. Mesch. et Squin. — Fl. tert. ital., p. 236 (ex parte).

1892. Celastrus pachyphyllus. Mesch. et Squin. — Loc. cit., p. 377.

C. J. B. n° 372.
C. M. Fl, n° 161 ? 336, 453,454.

Les fruits décrits par Massalongo et Visiani sous le nom de *Juglans Novalensis* ont été rapportés par Unger au genre *Inga*. Je crois qu'il a raison ; les échantillons que j'ai vus ont un tout autre aspect que les fruits de *Juglans*. Ils sont tous aplatis et l'empreinte laissée n'est pas d'un fruit à endocarpe ligneux, mais bien d'une légumineuse à péricarpe plus ou moins coriacé, mais facilement compressible. Le *Celastrus pachyphyllus*, dont j'ai eu l'échantillon original entre les mains, n'est pas une feuille, mais un fruit de la même légumineuse, dans lequel on voit très peu la côte médiane produite par la suture du carpelle du fruit. Il montre en outre, (ce qu'on ne voit que très mal dans la figure de Visiani et Massalongo) l'articulation du pédoncule avec le renflement caractéristique.

Gen. Acacia. Neck.

121. **Acacia Henetorum.** Vis. et Mass. — Pl. V, fig. 5.

1854. Acacia Henetorum. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov., p. 12, n° 72.
1856. Acacia Henetorum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov., p. 45, pl. XIII, fig. 3-5.

C. D. L. n° 9 (1), 24 (3), 67 (1).
C. J. B. n° 402
C. M. G. n° 4985.

Je figure de nouveau cette espèce, mal figurée par Visiani et Massalongo. On voit aussi dans l'exemplaire de la collection du Musée géologique (où se trouve l'échantillon original de Massalongo et Visiani) les graines elliptiques. On les voit aussi dans l'autre échantillon de la collection Dal Lago. Ce dernier ne correspond pas parfaitement à la figure et à la description de Visiani et Massalongo. Les mesures sont différentes, la largeur étant de 20 mm, tandis que dans celui figuré par les auteurs elle est de 15. Mais ces différences sont minimes et ne sont pas suffisantes pour en former une autre espèce.

122. **Acacia mimosoides.** Ett.

1853. Acacia mimosoides. Ett. — Foss. Fl. v. Haering, p. 93, pl. XXX, fig. 60, 61.

C. D. L. n° 55.

Rare.

123. **Acacia poinsianoides.** Sap. — Pl. IX, fig. 8.

1862. Acacia poinsianoides. Sap. — Etudes I, p. 139.
1872. Acacia poinsianoides. Sap. — Rév. de la flore des Gypses d'Aix, p. 229, pl. XVIII, fig. 4.

M. C.

C'est un fragment de légume (partie inférieure) avec une graine circulaire. Il est un peu plus gros dans toutes ses dimensions que l'exemplaire figuré

par M. De Saporta ; mais, je le répète, la grandeur doit rarement être considérée comme caractère spécifique.

Les graines figurées par le même auteur sont plus petites, mais on devine qu'elles vont grossissant d'un bout à l'autre du fruit. En outre, notre échantillon appartenant à un fruit plus développé, doit naturellement avoir les graines plus grosses.

124. **Acacia parschlugiana.** Ung. — Pl. IV, fig. 14.

1850. Acacia parschlugiana. Ung. — Gen. et Sp. Pl. foss., p. 494.

1859. Acacia parschlugiana. Heer. — Fl. tert. Helvetiae III, p. 130, pl. XCIX, fig. 23 c ; pl. CXXXIX, fig. 45-59.

C. M. Fl. n° 472.
C. M. G. n° 8909.

Les exemplaires sont très voisins des spécimens figurés par Heer dans les figures 48, 52, 60 de l'ouvrage cité. Dans celui du Musée de Florence on voit à la loupe l'empreinte des vénules laissée par le péricarpe.

Gen. Entada. Ad.

125 ? **Entada Polyphemi.** Ung.

1864. Entada Polyphemi. Ung. — Syll. Pl. foss. II, p. 36, pl. XI, fig. 23.

C. M, G. n° 5005.

J'attribue à cette espèce une empreinte mal conservée d'un légume gigantesque, dont on ne voit qu'une loge. On y entrevoit l'impression d'une graine à contour elliptique.

126. **Rameau de Légumineuse indét.** - Pl. V, fig. 2.

C. D. L. n° 24 (1), 32.

Dans l'échantillon n° 24 qui contient le légume de Acacia Henetorum, on aperçoit aussi un rameau qui laisse voir très clairement les cicatrices laissées par les feuilles. Il est semblable aux rameaux décrits par Ettingshausen sous le nom de *Leptomeria*, et attribués ensuite par M. De Saporta à des inflorescences de Palmiers.

Il s'agit, selon moi, d'un rameau portant un rachis d'une feuille composée de légumineuse, comme l'on voit dans certains *Acacia*.

D'autre part, le manque absolu de résidus de Palmes dans le gisement de Novale m'autorise à ne pas appliquer dans ce cas l'interprétation de M. De Saporta.

Subcl. Sympetalae.

Ser. Bicornes.

Fam. Vacciniaceae.

Gen. Vaccinium.

127. **Vaccinium acheronticum.** Ung.

1850. Vaccinium acheronticum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 43, pl. XXIV, fig. 1, 3, 4, 6.
1859. Vaccinium acheronticum. Mass. — Syll. Pl. foss., p. 78.

Très douteux comme localité. Sur la foi de Massalongo.

Fam. Ericaceae.

Gen. Leucothoe. Dan.

128. **Leucothoe protogaea.** (Ung.) Sch.

1850. Andromeda protogaea. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 43, pl. XXIII, fig. 2-3, 5-9.

1854. Andromeda protogaea. Vis. et Mass. — Syn. El. tert. Nov., p. 7, n° 88.
1856. Andromeda protogaea. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 29.
1874. Leucothoe protogaea. Sch. — Traité de Paléont. vég. III, p. 4, pl. XCIV, fig. 43-45.
1891. Andromeda protogaea. Ett. — Die foss. Fl. v. Schoenegg bei Wies, p. 298, pl. VI, fig. 23, 42.

C. M. Fl. n° 28, 29, 122 (2).
C. J. B. n° 379.
C. M. G. n° 4964.

Assez commune.

Ser. Primulinae.

Fam. Myrsinaceae.

Gen. Myrsine. Linn.

129. **Myrsine linearis.** Sap. — Pl. V, fig. 7.

1862. Myrsine linearis. Sap.— Etudes. etc., I, p. 111.
1872. Myrsine linearis. Sap. — Révision de la Flore des Gypses d'Aix., p. 59, pl. X, fig. 13, 13a (par erreur la fig. 13a est indiquée dans la planche sous le n° 23a).

C. D. L. n° 12 (1).

Rare.

130. **Myrsine doryphora.** Ung.

1850. Myrsine doryphora. Ung. — Gen. et Sp. Pl. foss., p. 434.
1866. Myrsine doryphora. Ung. — Syll. Pl. foss. III, p. 19, pl. VI, fig. 1-10 (ex parte).

C. M. G. n° 5004, 8916, 8931.

Assez commune.

131. **Myrsine Centaurorum.** Ung.

1860. Banisteria Centaurorum. Ung. — Syll. Pl. foss. I, p. 29, pl. XII, fig. 1-3.
1860. Malpighiastrum Laurifolium. Ung. — Loc. cit. p. 29, pl. XII, fig. 6-7.
1866. Myrsine Centaurorum. Ung. — Syll. Pl. foss. III, p. 22, pl. VII, fig. 15-17.

C. M. Fl. n° 315.

Rare.

Ser. Diospyrinae.

Fam. Sapotaceae [1]).

Gen. Bumelia. Sw.

132. **Bumelia minor.** Ung.

1850. Pirus minor. Ung. — Gen. et Sp. pl. foss., p. 481.
1850. Pirus minor. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 53, pl. XXXVIII, fig. 16-24.
1854. Pyrus minor. Vis. et Mass. — Syn. Fl. tert. Nov. n° 61, p. 11.
1856. Pyrus minor. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 40.
1866. Bumelia minor. Ung. — Sylloge pl. foss. III, p. 25, pl. VI, fig. 12-19.

C. M. Fl. n° 127.
C. M. G. n° 17647.
M. C.

Feuilles de grandeur variable. Assez commune.

133. **Bumelia Oreadum.** Ung.

1850. Bumelia Oreadum. Ung. — Gen. et Sp. Pl. foss. p. 436.

---

[1]) Le Sapotacites Euphemes = Pyrus Euphemes. Vis. et Mass, n'est pas de Novale, mais de Chiavon.

1850. Bumelia Oreadum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 172, pl. XXII, fig. 15.
1854. Bumelia Oreadum. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 36, p. 7.
1856. Bumelia Oreadum. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 29.

Sur la foi de Massalongo et de Visiani.

Gen. Sideroxylon. Linn.

134. **Sideroxylon hepios.** Ung. — Pl. V, fig. 5.

1866. Sideroxylon hepios. Ung. — Syll. pl. foss. III, p. 24, pl. VIII, fig. 4.

C. D. L. n° 3, 28.

Les nervures de ces feuilles sont à peine visibles et elles sont plus nombreuses que celles des figures d'Unger. Mais je ne pense pas que ce caractère soit suffisant pour en faire une espèce nouvelle.

Fam. Ebenaceae.

Gen. Diospyros. Dalech.

135. **Diospyros Auricula.** Ung.

1850. Diospyros Auricula. Ung. — Gen. et Sp., pl. foss. p. 436.
1866. Diospyros Auricula. Ung. — Syll. pl. foss. III, p. 26, pl. IX, fig. 1-4.

C. M. Fl. n° 141.

Feuille un peu plus petite que celles représentées par les figures d'Unger.

136. **Diospyros lotoides.** Ung. — Pl. V, fig. 1.

1866. Diospyros lotoides. Ung. — Syll. pl. foss. III, p. 30, pl. X, fig. 1-12.

C. M. Fl. n° 308, 532.
C. M. G. n° 8928.

Les empreintes du Musée de Florence sont très belles, et un peu plus petites que les exemplaires figurés par Unger.

137. **Diospyros Myosotis.** Ung.

1850. Diospyros Myosotis. Ung. — Gen. et Sp. pl. foss. p. 436.
1850. Diospyros Myosotis. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka., p. 172, pl. XXII, fig. 15.
1854. Diospyros Myosotis. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 37, p. 7.
1856. Diospyros Myosotis. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 29.

Sur la foi de Massalongo et de Visiani.

Gen. Euclea. Linn.

138. **Euclea miocenica.** Ung.

1866. Euclea miocenica. Ung. — Syll. pl. foss. III. p. 25, pl. VIII, fig. 8.

C. M. Fl. 175, 176.
C. M. G. 4967.

Assez commune.

Ser. Contortae.

Fam. Oleaceae.

Gen. Olea. Tournef.

139. **Olea Noti.** Ung.

1867. Olea Noti. Ung. — Foss. Fl. v. Kumi, p. 38, pl. X, fig. 11, 12.

C. M. Fl. n° 48 (2).

Rare.

Fam. Apocynaceae.

Gen. Apocynophyllum. Ung.

140. (?) **Apocynophyllum lanceolatum.** Ung.

1850. Apocynophyllum lanceolatum. Ung. — Foss. Fl. v. Sotzka, p. 41, pl. XXII, fig. 1, 2.

C. M. G. n° 5015, 17679.

Les deux échantillons sont mal conservés et je les donne avec beaucoup de doutes comme appartenant à ce genre et à cette espèce.

Gen. Echitonium. Ung.

141. **Echitonium Sophiae.** Web.

1852. Echitonium Sophiae. O. Web. — D. tertiärfl. d. niedr. Braunkohl, p. 187, pl. XX, fig. 17.

C. M. Fl. n° 48 (1).

Feuille étroite et très allongée, avec le réseau caractéristique de la nervation.

Gen. Neritinium. Ung.

142. **Neritinium longifolium.** Ung.

1866. Neritinium longifolium. Ung. — Syll. pl. foss. III, p. 17, pl. V, fig. 4.
1867. Neritinium longifolium. Ung. — Foss. fl. v. Kumi, p. 39, pl. X, fig. 25.

C. M. G. n° 17655.

Fam. Asclepiadaceae.

Gen. Asclepias. Linn.

143. **Asclepias Podalyrii.** Ung.

1867. Asclepias Podalyrii. Ung. — Foss. fl. v. Kumi, p. 39, pl. X, fig. 13-24.

C. M. G. n° 8927.

Feuille à laquelle manque la base ; pour le reste très semblable surtout aux figures 20, 21, 23 d'Unger.

Ser. Tubiflorae.

Fam. Convolvulaceae.

Gen. Porana. Burm.

144. **Porana Ungeri.** Heer.

1850. Protomyris eocenica. Ung. — Foss. fl. v. Sotzka, p. 50, pl. XXXI, fig. 15.

1850. Getonia grandis. Ung. — Loc. cit. pl. XXXIII, fig. 10-14, (quoad folia).

1859. Porana Ungeri. Heer. — Fl. tert. Helvetiae, III, p. 19, pl. CIII, fig. 29-31.

C. D. L. n° 13.

Rare.

145. **Porana antholithus.** (Ung.) Mesch.

1847. Getonia Antholithus. — Chl. protogaea, p. 141, pl. XLVII, fig. 5-7.

1854. Getonia Antholithus. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 53, p. 10.

1856. Getonia Antholithus. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 37.

1892. Porana Antholithus. Mesch. (in Mesch. et Squin.).— Fl. tert. italica, p. 501.

D'après Visiani et Massalongo.

Ser. Aggregatae.

Fam. Compositae.

Gen. Cypselites. Heer.

146. (?) **Cypselites Lessingi.** Heer.

1859. Cypselites Lessingi. Heer. — Fl. tert. Helvetiae, p. 6, pl. CI, fig. 15.

C. M. Fl. n° 181, 182.

J'attribue dubitativement à cette espèce un akène avec aigrette de la collection du Musée de Florence.

Gen. Hieracites. Sap.

147. **Hieracites stellatus.** Sap. — Pl. V, fig. 9.

1889. Hieracites stellatus. Sap. — Dernière adj. à la fl. foss. d'Aix-en-Provence, p. 56, pl. XVII, fig. 12-14.

C. M. Fl. n° 164, 381.

Notre exemplaire a 19 bractéoles dont quelques-unes incomplètes. On y voit aussi la cicatrice de l'insertion du pédoncule. Il est un peu plus grand que l'exemplaire figuré par M. de Saporta, mesurant un diamètre 5 mm. La figure est grossie directement environ 8 fois. Les deux exemplaires de Novale forment empreinte et contre-empreinte.

Flores vage determinati.

Gen. Calycites. Mass.

148. **Calycites lythroides.** Vis. et Mass.

1854. Calycites lythroides. Vis. et Mass. — Syn. fl. tert. Nov. n° 73, p. 12.

1856. Calycites lythroides. Vis. et Mass. — Fl. foss. Nov. p. 46, pl. XIII, fig. 8.

Sur la foi de Massalongo et de Visiani.

CONCLUSIONS

La flore de Novale, dans l'état actuel des nos connaissances, se compose de 146 espèces dont 59 étaient déjà mentionnées dans les ouvrages, de Massalongo ou de De Visiani et Massalongo comme de Novale. J'y comprends naturellement les espèces données par ces auteurs sous le nom adopté dans ce mémoire aussi bien que les espèces décrites sous un nom passé en synonymie.

Cette revision a donc presque triplé le nombre des espèces tout en en ayant éliminé celles qui n'étaient pas de Novale et groupé quelques autres en un plus petit nombre d'espèces.

Je ne m'occuperai pas de faire l'analyse de cette flore quant à la priorité de telles ou de telles autres familles ou genres de plantes, ce qui peut varier aisément si l'on trouve des espèces nouvelles ; je ferai seulement constater l'absence absolue des palmiers, chose bien étrange et dont je ne saurais donner aucune explication, d'autant plus que toutes les flores voisines plus anciennes ou plus récentes en sont très riches.

On peut objecter, il est vrai que jusqu'à l'exploitation complète du gisement on ne peut affirmer rien d'absolu sur cette question ; mais d'autre part, s'il y avait dans le gisement des restes de palmiers, il aurait été bien étrange que personne n'en eût jusqu'ici recueilli quelque échantillon, pas même ceux qui ont recueilli des phyllithes de Novale par milliers d'exemplaires.

En acceptant donc comme presque démontrée l'absence des palmiers, il reste toujours à en découvrir la cause ; or on ne pourrait trancher la question que si l'on connaissait exactement les conditions locales, c'est-à-dire la situation en altitude et les conditions climatologiques.

Quant à celles-ci on peut faire quelque conjecture en examinant les feuilles de Novale ; celles-ci sont presque toujours à parenchyme épais et presque coriacé, à contour entier, et en général étroites et allongées, ce qui dénote un climat sec et un sol aride.

Il est bien vrai qu'on trouve des Najadées, des Confervacées et d'autres plantes qui dénotent la présence de l'eau ; mais, comme naturellement les feuilles ne se sont pas fossilisées dans leur lieu d'origine, mais après un transport plus ou moins long, il pourrait bien se faire, et je pense qu'il en est ainsi, que les feuilles terrestres, bien que contemporaines des aquatiques, ne provinssent pas de la même localité ; c'est-à-dire que les premières se seraient mêlées aux secondes dans le réservoir commun qui les a recueillies.

En laissant de côté ce problème, je me bornerai à parler très brièvement de la place que l'étude des phyllithes donne chronologiquement au gisement de Novale.

Environ le 30 % des espèces, c'est-à-dire 44 sur 146 appartiennent exclusivement à ce gisement, et on ne les peut prendre pour point de départ de cette analyse, mais elles servent à mieux faire connaître l'individualité de cette flore. Du reste, ces plantes exclusives de Novale sont d'un type ancien plutôt que récent, ayant leurs proches parents plutôt dans des espèces éocènes, que dans les espèces oligocènes ou miocènes. Les 102 espèces communes à ce gisement et aux autres gisements, sont ainsi réparties.

TABLEAU

DE LA

DISTRIBUTION VERTICALE DES ESPÈCES

N. B. — Les espèces indiquées en italiques sont nouvelles. — Les espèces entre parenthèses sont citées aussi par Massalongo et de Visiani soit sous le nom adopté soit sous un autre.

Nom des Espèces	Éocène	Oligocène	Miocène	Novale
CRYPTOGAMES				
1. (Sphaerites excipuloides)				*
2. Plocarites multifidus	*	*	*	*
3. Thorea intermedia	*	*		*
4. (Corallinites Donatiana)				*
5. Cystoseira communis			*	*
6. *Equisetum* sp.				*
7. (Chrysodium apocynophyllum)				*
8. (Acrostichum Massalongianum)	*			*
9. *Pteris Thinnfeldiaeformis*				*
10. *Phegopteris Novalensis*				*
11. *Lygodium* sp.				*
12. (Salvinia Massalongi)				*
13. *Lycopodium amissum*				*
GYMNOSPERMES				
14. (Podocarpus eocenica)	*	*	*	*
15, Callitris Brongniartii	*	*	*	*
16. Pinus palaeostrobus	*	*	*	*
17. (Pinites? Lepidostrobus)				*
ANGIOSPERMES				
MONOCOTYLÉDONÉES				
18. (Arundo Goepperti)	*	*	*	*
19. Phragmites sp.				*
20. (Poacites Novalensis)				*
21. Poacites repens				*
22. Cyperus Meschinellii		*		*
23. Cyperus Chavannesi		*	*	*
24. *Cyperus Zignoanus*				*
25. *Cyperus Paoluccii*				*
26. (Zosterites tenuifolius	*	*		*
27. (Zosterites marinus)		*		*
28. Caulinites nodosus	*			*
29. Caulinites loipopytis	*	.		*
30. *Caulinites Novalensis*				*
31. *Caulinites?* sp.				*
32. Potamogeton Tritonis	*	*	*	*
33. (Smilax grandifolia)		*	*	*
34. *Smilax Dal Lagi*				*
35. Aulartrophiton formosum	*			*

Nom des espèces	Éocène	Oligocène	Miocène	Novale
DICOTYLÉDONÉES				
36. (Quercus Agni)				*
37. (Quercus elaena)	*	*	*	*
38. Quercus chlorophylla	*	*	*	*
39. Quercus Lonchitis	*	*		*
40. Juglans hydrophyla		*		*
41. (Juglans Novalensis)				*
42. Juglans vetusta			*	*
43. Juglans parschlugiana		*	*	*
44. Juglans radobojana		*	*	*
45. (Juglans Cardiospermum)				*
46. (Carya Stygia)		*	*	*
47. Carya bilinica		*	*	*
48. (Myrica Chironis)			*	*
49. Myrica Banksiaefolia	*	*	*	*
50. (Myrica salicina)	*	*	*	*
51. Myrica lepida			*	*
52. (Myrica berica)				*
53. (Myrica aloysiaefolia)				*
54. Betula Dryadum		*		*
55. Salix crebinervia	*			*
56. Ulmus sp.				*
57. (Ficus affinis)				*
58. (Ficus infernalis)				*
59. *Ficus De-Stefanii*				*
60. (Laurus Lalages)	*	*	*	*
61. (Laurus primigenia)	*	*	*	*
62. (Benzoin Weberi)			*	*
63. (Cinnamomum lanceolatum)	*	*	*	*
64. (Daphnogene Novalensis)				*
65. Magnolia Hoffmanni			*	*
66. Elaeocarpus europaeus		*		*
67. Xanthoxylum Cherpicum	*			*
68. Rhus Retine		*	*	*
69. *Sapindus Novalensis*				*
70. *Sapindus primaevus*				*
71. Sapindus angustifolius		*	*	*
72. (Sapindus obtusifolius)	*	*		*
73. Sapindus dubius			*	*
74. Sapindus Pythii			*	*
75. Sapindus cupanioides			*	*
76. Sapindus Ungeri			*	*
77. Cupanites Neptuni			*	*
78. (Malpighiastrum byrsonimaefolium)		*	*	*
79. Malpighiastrum lanceolatum			*	*
80. (Malpighiastrum macrophyllum)				*
81. *Evonymus deperditus*				*
82. Celastrus Andromedae	*	*	*	*
83. (Elaeodendron degener)		*	*	*

Nom des Espèces	Éocène	Oligocène	Miocène	Novale
84. *Elaedendron Saccardoi*				*
85. (Ilex parschlugiana)		*	*	*
86. (Zizyphus Ungeri)	*	*	*	*
87 (Zizyphus paradisiacus)	*	*	*	*
88. (Aralia vitifolia)				*
89. Panax longissimum		*	*	*
90. Cornus rhamnifolia	*		*	*
91. Eucalyptus haeringiana	*	*	*	*
92. (Eucalyptus oceanica)		*	*	*
93. (Eugenia Apollinis)		*	*	*
94. (Eugenia Laziseana)				*
95. Banksites integer		*		*
96. (Pirus coriacea)				*
97. (Pirus troglodítarum)		*		*
98. (Pirus ambigua)				*
99. (Amigdalus pereger)		*	*	*
100. *Dalbergia vicetina*				*
101. Dalbergia primaeva		*		*
102. (Palaeolobium novalense)				*
103. Palaeolobium heterophyllum		*		*
104. Palaeolobium haeringianum		*	*	*
105. (Palaeolobium radobojense)		*	*	*
106. Palaeolobium sotzkianum)		*	*	*
107. Calpurnia europaea		*		*
108. *Gymnocladus novalensis*				*
109. *Caesalpinia novalensis*				*
110. (Cassia Phaseolites)		*	*	*
111. Cassia Memnonia			*	*
112. Cassia Zephyri		*	*	*
113. (Cassia lignitum)		*	*	*
114. Cassia pseudoglandulosa		*	*	*
115. (Cassia Berenices)		*	*	*
116. *Cassia* sp.				*
117. *Podogonium vicetinum*				*
118. Podogonium latifolium				*
119. (Inga novalensis)		*	*	*
120. (Acacia Henetorum)			*	*
121. Acacia mimosoides		*		*
122. Acacia poinsianoides		*		*
123. Acacia parschlugiana		*	*	*
124. Entada Polyphemi		*		*
125. (Vaccinium acheronticum)	*	*	*	*
126. (Leucothoe protogaea)	*	*	*	*
127. Myrsine linearis		*		*
128. Myrsine doryphora		*		*
129. Myrsine Centaurorum			*	*
130. (Bumelia minor)		*	*	*
131. (Bumelia Oreadum)		*		*
132. Sideroxylon hepios			*	*
133. Diospyros auricula			*	*

Nom des Espèces	Éocène	Oligocène	Miocène	Novale
134. Diospyros lotoides			*	*
135. (Diospyros Myosotis)		*	*	*
136. Euclea miocenica			*	*
137. Olea Noti			*	*
138. Apocynophyllum lanceolatum		*	*	*
139. Echitonium Sophiae		*	*	*
140. Neritinium longifolium			*	*
141. Asclepias Podalyrii			*	*
142. Porana Ungeri			*	*
143. (Porana antholithus)				*
144. Cypselites Lessingi			*	*
145. Hieracites stellatus		*		*
146. (Calycites lythroides)				*

Il résulte du tableau précédent que *six* espèces sont exclusivement éocènes, à savoir: *Acrostichum Massalongianum*, *Caulinites nodosus*, *Caulinites loipopytis*, *Aulartrophyton formosum*, *Salix crebinervia*, *Xanthoxylum Cherpicum*; *quatre* autres espèces sont éocènes et en même temps oligocènes: *Thorea intermedia*, *Zosterites tenuifolius*, *Quercus Lonchitis*, *Sapindus obtusifolius*; *dix-sept* enfin, c'est-à-dire: *Cyperus Meschinellii*, *Zosterites marinus*, *Juglans hydrophyla*, *Betula Driadum*, *Elaeocarpus europaeus*, *Banksites integer*, *Pinus troglogditarum*, *Dalbergia primaeva*, *Palaeolobium heterophyllum*, *Calpurnia europaea*, *Acacia mimosoides*, *Acacia poinsianoides*, *Entada Polyphemi*, *Myrsine linearis*, *Myrsine Doryphora*, *Bumelia Oreadum*, *Hieracites stellatus*, ont été jusqu'ici trouvées exclusivement dans l'oligocène), la flore d'Aix-en-Provence, faisant partie de l'oligocène inférieur).

Vingt autres espèces, qui ont commencé dans l'éocène, passent jusque dans le miocène inférieur, et quelques-unes dans le miocène moyen et supérieur.

Les voici: *Plocarites multifidus*, *Podocarpus eocenica*, *Callitris Brongniartii*, *Pinus palaeostrobus*, *Arundo Goepperti*, *Potamogeton Tritonis*, *Quercus elaena*, *Quercus chlorophylla*, *Myrica Banksiaefolia*, *Myrica salicina*, *Laurus Lalages*, *Laurus primigenia*, *Cinnamomum lanceolatum*, *Celastrus Audromedae*, *Zizyphus Ungeri*, *Zizyparadisiacus*, *Cornus rhamnifolia*, *Eucalyptus haeringiana*, *Vaccinium acheronticum*, *Leucothoe protogaea*. Il résulte donc que sur les 47 espèces susdites 30 sont éocènes, soit qu'elles n'aient pas dépassé cette période, soit qu'elles aient survécu, et 17 sont oligocènes.

Des autres espèces (au nombre de 55), 29 sont oligo-miocènes et 26 ont été trouvées exclusivement jusqu'ici dans le miocène. Si on retranche les

6 espèces exclusivement éocènes et les 26 exclusivement miocènes on a donc un total de 70 espèces qui ont vécu pendant l'oligocène. On voit donc que la flore de Novale, en tenant compte des seules espèces communes à d'autres gisements a un caractère oligocène prédominant, mais avec un mélange assez fort de types éocènes. Si l'on ajoute encore les espèces exclusives de Novale, qui, comme je l'ai fait observer, ont une affinité éocène prépondérante, il me paraît assez justifié de placer le gisement de Novale dans l'Éocène, mais avec une physionomie plus récente que celle que l'on déduirait de la présence des alvéolines [1]).

Ce serait encore une fois une preuve de la loi que les flores devancent les faunes.

---

[1]) On a oublié de mettre dans le tableau la *Quercus tephrodes* Ung. — Cette omission n'altère pas toutefois la portée des conclusions générales.

Explication des Planches.

Pl. I

Fig. 1-2 Plocarites multifidus (Sternb) Mass.
3 Thorea intermedia Ung (non Mass).
4 Cystoseira communis (Ung) Schimp.
5 Acrostichum Massalongianum. Ett.
6 Pteris Thinnfeldiaeformis. n. sp.
7 Phegopteris novalensis. n. sp.
8 Lycopodium amissum. n. sp.

Pl. II

Fig. 1 Pinites? Lepidostrobus. Vis. et Mass.
2 Callitris Brongniartii (Endl.). Sch.
3 Caulinites loipopytis. Mass.
4 Smilax Dal Lagi. n. sp.
5*a* Cyperus Zignoanus. n. sp.
5*b* Cyperus Paoluccii. n. sp.
6-6*a* Potamogeton Tritonis Ung. — 6*a* Extrêmité d'une feuille grossie environ 7 fois.
7 Caulinites Novalensis. n. sp.
8 Caulinites? sp.

Pl. III

Fig. 1 Juglans novalensis. Vis. et Mass.
2 Même espèce — feuille à sommet anormal.
3 Carya stygia (Vis. et Mass.) Squin.
4 Ficus De Stefanii. n. sp.
5 Magnolia? Hoffmanni. Ludw.
6 Sapindus novalensis. n. sp.
7 Myrica (Comptonia) Chironis. Mass.
8 Myrica (Comptonia) Chironis. Mass. (feuille jeune et presque entière).
9 Sapindus primaevus. n. sp.

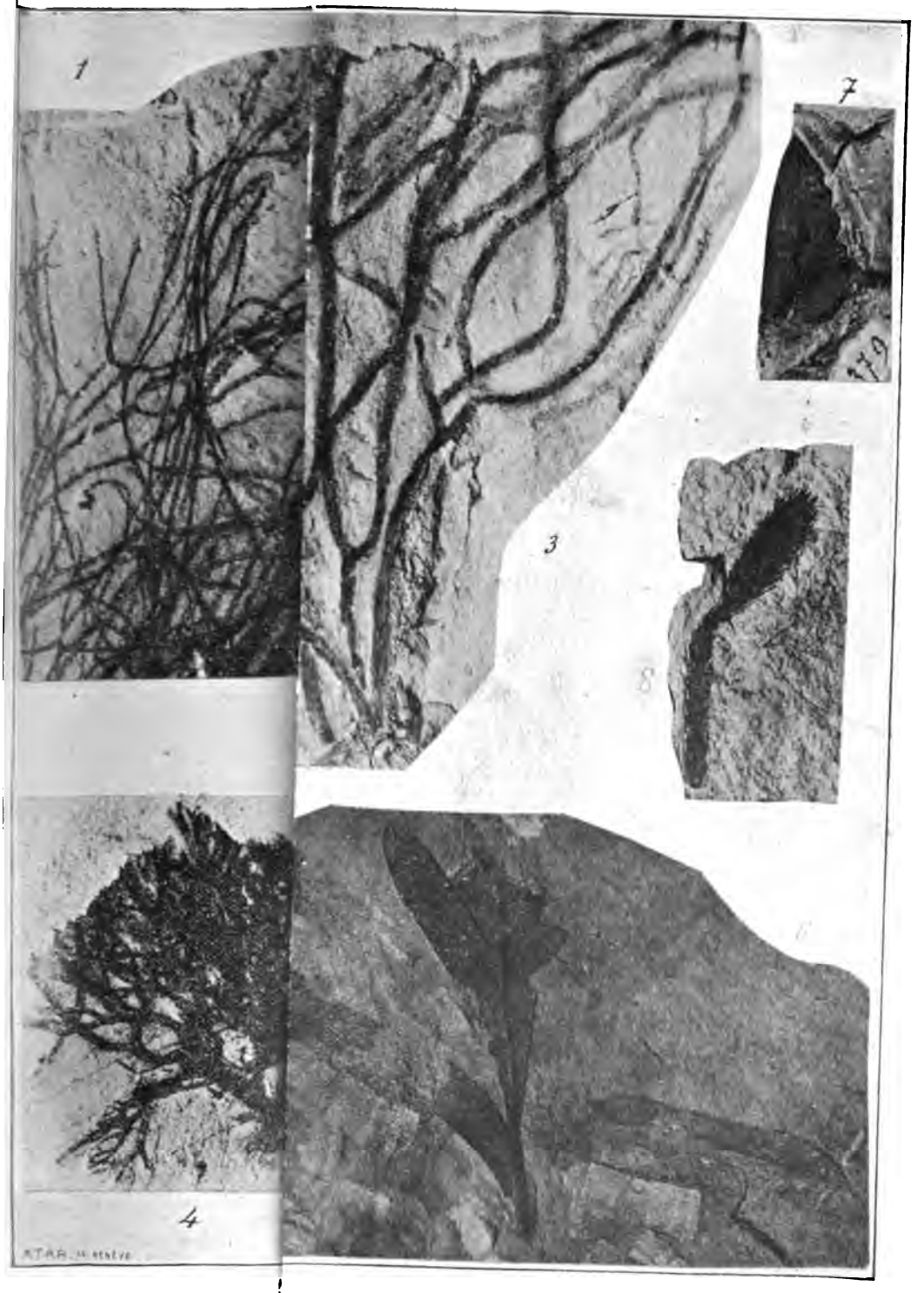
Fig. 10 Malpighiastrum lanceolatum Ung.
11 Xanthoxylum Cherpicum. Mass.
12 Elaeodendron Saccardoi. n. sp.

Pl. IV

Fig. 1 Cupanites Neptuni (Ung) Sch.
2*a* Juglans parschlugiana Ung.
3 Evonymus deperditus. n. sp.
4 Banksites integer. Sap.
5-5*a* Dalbergia vicetina. n. sp. — 5*a* même feuille grossie environ 7 fois.
6 Cassia Memnonia Ung.
7 Cassia pseudoglandulosa Ett.
8 Cassia Phaseolites Ung.
9 Panax longissimum Ung.
10 Eucalyptus haeringiana Ett.
11 Palaeolobium heterophyllum. Ung.
12-13 Caesalpinia novalensis. n. sp.
14 Acacia parschlugiana Ung.
15 Gymnocladus Novalensis. n. sp.
16 Podogonium vicetinum. n. sp.

Pl. V

Fig. 1 Diospyros lotoides Ung.
2 Rameau de légumineuse indét.
3 Cassia lignitum Ung.
4 Inga novalensis (Vis. et Mass.) Ung.
5 Acacia Henetorum Vis. et Mass.
6 Sideroxylon hepios Ung.
7 Myrsine linearis Sap.
8 Acacia poinsianoides Sap.
9 Hieracites stellatus Sap. grossi 8 fois.


1
7
3
8
4

2-7.94
-18
See pocket for contents of this fasc.

II, Fasc. 2. GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE. II, Heft 2.

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ FRIBOURGEOISE
DES
SCIENCES NATURELLES

MITTEILUNGEN
DER
NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
IN
FREIBURG (SCHWEIZ)

TABLEAU DES TERRAINS

DE LA RÉGION FRIBOURGEOISE

(3e édition)

PAR

LE Dr R. DE GIRARD

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'UNIVERSITÉ DE FRIBOURG

FRIBOURG (SUISSE)
IMPRIMERIE FRAGNIÈRE FRÈRES

1901

Prof. Dr. R. de Girard

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE RÉSUMÉE

DU

CANTON DE FRIBOURG

I° partie : **Géologie glaciaire.** — Les blocs erratiques fribourgeois (avec des photographies et une carte), 1895.

II° partie: **Technique.** —. Les produits minéraux bruts du Canton de Fribourg (Extrait de la *Notice sur les exploitations minérales de la Suisse,* pour l'Exposition nationale de Genève), 1896. — Le gisement pétrolifère présumé au Burgerwald (dans les *Matériaux pour la géologie de la Suisse,* Série géotechnique, 1901).

III° partie : **Agronomie.** — Tableau de l'influence des terrains sur le relief du sol, la végétation et le régime des eaux, dans la Région fribourgeoise, Deuxième édition (Extrait des *Mémoires de la Soc. frib. des Sc. nat.*), 1901.

IV° partie : **Tectonique.** — Les Alpes fribourgeoises (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*), 1898. — Tableau de la Tectonique de la Région fribourgeoise (*en préparation*).

V° partie : **Stratigraphie.** — Tableau des terrains de la Région fribourgeoise. Troisième édition

INTRODUCTION A L'ÉTUDE GÉOGRAPHIQUE
DU BEAUJOLAIS

TECTONIQUE ET GÉOLOGIE

PAR PAUL PRIVAT-DESCHANEL

PREMIÈRE PARTIE

Histoire orotectonique.
Les causes d'existence et la formation du pays.

Le Beaujolais [1]) est l'une des régions de la France dont l'histoire géologique est à la fois la plus complète, la plus variée en épisodes et la mieux connue [2]). Aussi joue-t-elle un

[1]) Cette étude fait partie d'un travail étendu sur le Beaujolais qui paraîtra ultérieurement. Il est indispensable pour la suivre d'avoir sous les yeux la carte géologique détaillée au 1/80,000me (feuilles de Bourg, Lyon, Roanne, Montbrison, Mâcon, Charolles, les 3 premières surtout). On trouvera des développements plus complets et l'analyse des conséquences dans quelques articles que nous avons déjà publiés sur la région beaujolaise, notamment: L'évolution géologique du Haut-Beaujolais. Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 nov. 1899 — Le rôle géographique des tufs porphyriques dans le Beaujolais. Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 mars 1901 — Un pays de la vieille France. Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 juin 1901 — Hydrologie et hydrographie beaujolaises. Bull. Soc. Géogr. Lyon 1er juillet 1901 — Le relief du Beaujolais. Ann. de Géogr. 15 juillet et 15 novembre 1901 — La végétation du Beaujolais et ses conditions géographiques. Le paysage végétal. Rev. Scient. 13 juillet 1901 — Le climat du Beaujolais (13 juillet) Bull. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 juillet et 15 août 1901 — Les conditions géographiques de la vie animale dans le Beaujolais. Rev. Scient. 18 janvier 1902 — Interprétation théorique du relief beaujolais. Bull. Soc. Sc. Nat. Tarare 15 décembre 1901.

[2]) Gallois. Lyon et la région lyonnaise (Lyon 1894) p. XI.

rôle prépondérant dans l'*explication rationnelle* du pays, dont elle permet seule de comprendre les traits géographiques principaux. Ici comme ailleurs, le présent n'est que la conséquence du passé ; mais ici plus qu'ailleurs la relation qui unit le présent au passé est intelligible et explicable. La géographie beaujolaise n'a été et ne pouvait être élucidée que par les géologues [1]). Une étude géographique sur le Beaujolais doit donc commencer par l'histoire géologique [2]), qui en fait comprendre le sol et le relief, c'est-à-dire les deux principaux caractères spécifiques. Mais il ne convient de prendre dans l'histoire du passé que ce qui explique le présent.

L'histoire est de sa nature continue. Cependant, pour qui y cherche, moins l'enchaînement des faits et la suite régulière et ordonnée des événements que la raison d'être de ce que nous voyons sous nos yeux, tous les phénomènes passés ne sont pas sur le même plan ; tous n'ont pas été au même degré des causes ; il y a eu à de certains moments particulièrement importants des actions principales autour desquelles se sont groupées des actions secondaires. On peut ainsi établir des coupures et distinguer des époques saillantes, marquées d'un caractère propre et d'un mode spécial d'activité créatrice.

Dans la longue histoire géologique du Beaujolais, au milieu de nombreux épisodes dont les conséquences ne se font plus sentir actuellement, cinq groupes de faits ont eu, sur la formation du pays, une influence prépondérante et persistante. C'est à eux que la région doit tout à la fois son existence et les traits dominants qui la distinguent des régions voisines. Ce sont :

A. les dépôts et les produits éruptifs archéens et antécarbonifères.

B. les plissements hercyniens, les éruptions carbonifères et les failles permo-triasiques.

---

[1]) Gallois. Ann, de Géographie. III. p. 202.

[2]) L'Histoire géologique du Beaujolais n'a pas encore été écrite en détail. On en trouve les éléments dans les travaux bien connus de MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand, Delafond, Depéret, Gruner. Le Verrier, etc. Il est intéressant de rapprocher cette histoire de celle du Lyonnais écrite par J.-A. Cl. Roux. Etudes géologiques sur les monts Lyonnais (Lyon 1895, 1896, 1899), p. 19-43.

C. les érosions et les dépôts secondaires.
D. les mouvements et les effondrements alpins.
E. les érosions et les alluvionnements pliocènes et quaternaires.

A. Dépôts et produits éruptifs archéens et antécarbonifères.

L'Océan archéen [1]) et l'Océan primaire ont évidemment occupé toute la région beaujolaise. Les gneiss et les micaschistes, il est vrai, n'affleurent point comme dans le Lyonnais; mais ils existent sans doute en profondeur, en relation avec les ellipses granitiques d'Odenas et de Fleurie. Quant aux sédiments antécarbonifères, ils abondent sous forme de schistes, primitivement argileux et représentant des argiles de profondeur, mais devenus dans la suite, sous l'action du métamorphisme, chimique et dynamique, plus ou moins cristallins et en général très durs. Ces *phyllades* ont été jadis regardées comme précambriennes; on incline aujourd'hui à les considérer comme des sédiments antécarbonifères d'âge indéterminé; elles n'ont pas de fossiles. Soulevées à l'époque carbonifère, puis usées par les érosions et morcelées par les failles, elles forment cependant encore une partie notable du Beaujolais montagneux.

A travers ces dépôts sédimentaires, de nombreuses roches éruptives se sont injectées en grandes masses et en filons; leur abondance, leur dureté, leur nature chimique leur ont valu un rôle géographique important.

Les plus anciennes paraissent être des *diabases* [2]), plus ou moins passées par *ouralitisation* à l'état de *diorites* [3]); les unes

---

[1]) Il paraît aujourd'hui douteux qu'il y ait dans le Beaujolais un véritable terrain primitif comme dans les pays du Nord. M. Bergeron a en effet constaté dans la Montagne Noire le passage latéral des gneiss aux schistes fossilifères du cambrien. Les gneiss et les micaschistes sont sans doute des schistes antécarbonifères métamorphisés.

[2]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. XI [3] p. 299.

[3]) V. Michel Lévy. Note sur les roches éruptives et cristallines des montagnes du Lyonnais (Bull. Soc. Géol. Franc. XVI [3] p. 216 sqq). — Les diabases sont des roches granitoïdes basiques composées essentielle-

et les autres sont d'ailleurs également composées de feldspaths calciques et de silicates calcico-magnésiens comme le pyroxène et surtout l'amphibole. Puis les *granites*, où dominent la silice et les silicates sodico-potassiques, se formèrent en profondeur, sous l'influence, semble-t-il, de vapeurs minéralisatrices, alcalines et fluorifères, et pénétrèrent dans les sédiments en masses puissantes.

Diabases, diorites et granites ont apparu au jour par suite des érosions postérieures et affleurent aujourd'hui sur d'assez vastes surfaces. Cependant l'importance géographique de ces roches provient moins de l'étendue qu'elles occupent que de leur action sur les terrains encaissants. Elles ont fortement silicifié et par suite durci les phyllades. Les schistes ainsi métamorphisés sont connus sous le nom de *cornes*, que leur ont donné les mineurs de Chessy, à la suite des mineurs allemands (*hornstein*, roche dure et devant à sa silicification une apparence quelque peu cornée et semi-transparente). Les granites y ont surtout développé des feldspaths ; on appelle *cornes rouges* cette variété de schistes, en raison de la couleur fréquemment rose du feldspath orthose [1]). Les roches amphiboliques, diorites plus ou moins parfaites, y ont causé l'apparition de l'amphibole et par suite de la chaux en quantité notable ; les schistes amphibolisés sont dits *cornes vertes*, par suite de la couleur verdâtre que l'amphibole prend par altération. En durcissant les schistes et en certains cas en y introduisant un des éléments du calcaire, les roches éruptives précarbonifères les ont amenés à avoir, sur le relief comme sur la végétation, une influence remarquable.

---

ment de feldspaths, oligoclase ou labrador (silicates d'alumine, de soude et de chaux en proportions variables) ou encore de feldspath anorthite (silicate d'alumine et de chaux) et de pyroxène (silicate de chaux et de magnésie, avec fer et alumine). L'ouralitisation consiste dans la transformation moléculaire du pyroxène en amphibole (même composition chimique). La roche est alors devenue une diorite, roche granitoïde basique composée essentiellement d'oligoclase, de labrador ou d'anorthite et d'amphibole.

[1]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. IX [3] p. 181.

B. Plissements hercyniens. Eruptions carbonifères. Failles permo-triasiques.

La région beaujolaise a montré de bonne heure une disposition à l'exhaussement et au plissement, dont le résultat a été d'en faire à diverses reprises et jusqu'à aujourd'hui une haute terre. C'est un des pays les plus anciennement prédestinés à être continentaux et montagneux.

On croyait autrefois, vu l'absence de dépôts cambriens et siluriens caractérisés, que le Beaujolais était émergé dès ces temps reculés. Mais nous avons vu que les schistes pourraient être de ces époques. L'émersion n'est certaine qu'au dévonien. Alors aussi commencent à se manifester les premiers symptômes des plissements hercyniens ; l'apparition de roches internes, qui sont alors les *granulites* [1]), en filons N. E., laisse supposer des mouvements orogéniques déjà de sens hercynien [2]) ; et la discordance [3]) entre le carbonifère inférieur du Roannais et les schistes anciens vient corroborer cette manière de voir. La mer venant du N. s'avança alors en golfe jusque vers Roanne [4]), fait important qui montre dès la plus haute antiquité la tendance à l'affaissement de la région ligérienne ; les limites occidentales du haut pays beaujolais s'accusaient ainsi déjà.

Au carbonifère inférieur, l'allure des plis se précise et un grand synclinal commence à se dessiner ; il coupait le Beaujolais du S. W. au N. E. et ouvrait un passage à la mer roannaise qui y déposa des schistes plus ou moins durcis et métamorphisés dans la suite, des quartzites et les lentilles du calcaire de Régny, qui affleurent dans le Roannais et le Tararais.

---

[1]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 761.

[2]) Termier. Etude sur le massif cristallin du Mt Pilat. Bull. Serv. Carte géol. France (Paris 1889) p. 52.

[3]) Cette discordance, qui avait échappé à Gruner (Description géologique et minéralogique du département de la Loire. Paris 1857) a été signalée par M. Le Verrier. Bull. Soc. Ind. min. 3e série. III, p. 189.

[4]) Roux. p. 25. — Le Verrier. Note sur les formations géologiques du Forez et du Roannais. Bull. Serv. Carte géol. France (Paris 1890), p. 46-47.

La dépression de la Loire continuait à être bien marquée et la mer s'étendait sur l'emplacement actuel du Forez jusque vers St-Etienne [1]). Les terres émergées qui bordaient le synclinal ne portaient pas encore de hautes montagnes ; elles étaient basses et semées de lagunes, où se sont formés ce que les géologues appellent les schistes du *Culm*, en désignant sous ce nom le facies continental du carbonifère inférieur dont le calcaire de Régny représente le facies marin. Dans ces lagunes aussi ont été entraînées des plantes, en quantité suffisante pour donner les couches d'anthracite du Beaujolais occidental et du Roannais [2]).

* * *

C'est après le carbonifère inférieur que les mouvements orogéniques, esquissés dès le dévonien, atteignirent, semble-t-il, leur maximum d'intensité [3]); c'est l'époque des plissements dits *hercyniens*, parce qu'ils ont affecté en particulier les régions de l'Allemagne du S., auxquelles les géographes anciens donnaient le nom d'Hercynie. Alors une large bande plissée étendue des Alleghanies au Tian-Chan [4]) prit l'Europe en écharpe, depuis la Cornouaille anglaise jusqu'aux Mts Ourals, en passant par la Bretagne, le Plateau Central français, les Vosges et la Forêt-Noire réunies en une masse unique, la Bohème, et en envoyant des apophyses sur la *Meseta* espagnole, sur tout le bassin occidental de la Méditerranée et sur la région des Balkans.

En France, la zône des plis hercyniens affectait la forme d'un V, dont la pointe était tournée vers le S., et dont les deux branches remontaient, l'une au N.W. vers la Bretagne, l'autre au N. E. vers le massif de la Serre et les Vosges. Il en résulte que dans la région beaujolaise les plis étaient orientés vers le N. E. (exactement N. 55° E.). La région de la basse Saône correspondait à un synclinal, fait remarquable en ce qu'il ma-

---

[1]) Le Verrier. Bull. Soc. Ind. min. 3e série III, p. 184.

[2]) Le Verrier. Note sur les formations etc. p. 34-48.

[3]) Douvillé, C.-R. Acad. Sciences, 28 mai 1872. — Marcel Bertrand. Bull. Soc, Géol. France. XV [3], p. 438.

[4]) Chaîne varicique ou armoricaine de M. Suess.

nifeste déjà un des traits fondamentaux de la géographie actuelle.

Le tracé des bombements ou *anticlinaux* et des creux en fond de bateau ou *synclinaux* de l'époque hercynienne a été bien déterminé par les travaux de MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand et Termier. Au N. du Synclinal du Gier et de l'anticlinal du Lyonnais [1]), et sans doute jadis en continuation avec celui-ci, on trouve dans le Beaujolais les restes morcelés d'un anticlinal granito-schisteux, jalonné par les ellipses granitiques d'Odenas et de Fleurie, composé de lambeaux disloqués par les failles et rejetés de plus en plus par compartiments vers le N. W., et affectant ainsi dans l'ensemble une direction N.N.E., parallèle à la Saône, dont il borde la vallée à quelque distance. Au N.W. de cet anticlinal était le grand synclinal du Roannais et du Beaujolais [2]), esquissé au carbonifère inférieur, bien dessiné à l'époque hercynienne ; son axe commence au S. de Roanne ; il remonte vers le N. E. par Thizy, puis, morcelé lui aussi par des failles, qui ont rejeté les fragments conservés de plus en plus vers l'W., passe près de Monsols, Tramayes Cluny et disparaît dans le Mâconnais sous le revêtement des terrains secondaires [3]). En continuant vers le N., on rencontre encore l'anticlinal du Charolais et le synclinal de la Dheune-Bourbince, de l'autre côté duquel commence le système du Morvan.

Si effacés que ces plis primitifs aient été par les érosions et les mouvements orogéniques postérieurs, ils n'en ont pas

---

[1]) Il se pourrait d'ailleurs que l'anticlinal du Lyonnais ait été composé de plusieurs plis secondaires. Les phénomènes ont sans doute été plus complexes que ne le pensait M. Michel Lévy. Les idées actuelles sur le métamorphisme sont en train de modifier et de compliquer beaucoup les conceptions très simples et par cela même très séduisantes qui avaient cours il n'y a encore que quelques années.

[2]) Synclinal incontestablement *composé*. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 42.

[3]) On l'a prolongé hypothétiquement jusqu'en Bretagne et dans les Vosges. Son parcours est marqué par des dépôts marins à Cluny, à Vichy, à Evaux, et par des tufs éruptifs à Cusset, à Gannat et à Guéret. (V. planche I).

moins imprimé au pays des traits qui sont restés, sinon dominants, du moins très importants. Certains chaînons, plusieurs cours d'eau actuels ont gardé la direction hercynienne. De plus, les terrains, très énergiquement relevés, ont conservé cette orientation ; les différentes couches, très disloquées d'ailleurs, forment des bandes dirigées N. E. ; de sorte que la géologie actuelle, avec ses multiples conséquences sur l'orographie et sur l'hydrographie, est dans son ensemble hercynienne. Enfin, en durcissant les schistes par dynamométamorphisme, les plissements hercyniens les ont préservés en partie de l'érosion et leur ont permis de constituer plus tard sous l'influence d'autres mouvements orogéniques, le haut relief qui subsiste encore en partie aujourd'hui.

Les anticlinaux formaient des montagnes de 4 à 5,000 m de hauteur [1]), couvertes, en raison de la température tropicale d'alors, d'une magnifique et gigantesque végétation. Ces végétaux étaient entraînés dans les *lacs de montagnes*, que les rivières, très jeunes encore et n'ayant pas régularisé leurs cours, formaient en grand nombre ; déposés parmi les sédiments des deltas torrentiels, ils y pourrissaient à l'abri de l'air et donnaient la houille [2]). Un grand nombre de bassins houillers, notamment celui du Gier et ceux de Saône-et-Loire, sont orientés N. E. et correspondent à des rivières qui suivaient les synclinaux hercyniens. Ceux de la Brevenne, N. E. également, sont des cuvettes d'érosion creusés parallèlement aux tranches des schistes relevés [3]). Les bassins proprement beaujolais, ceux de l'Arbresle, de Ste-Paule, de St-Just d'Avray, de St-Nizier d'Azergues, de la Chapelle-sous-Dun, sont aussi des cuvettes d'érosion, mais orientées N. W. et en

[1]) Roux, p. 26. — Gallois, Lyon, etc. p. XII. Avec des anticlinaux composés, il faudrait, bien entendu, réduire considérablement ces hauteurs.

[2]) Depuis les travaux de M. Fayol, à Commentry, l'ancienne théorie de la formation de la houille dans des sortes de tourbières est abandonnnée par beaucoup de géologues. Elle est remplacée par celle du charriage et du dépôt dans les deltas torrentiels. L'ancienne théorie est encore défendue par MM. Grand'Eury et Gosselet.

[3]) Roux, p. 18.

rapport avec le système des failles du houiller, du permien et du trias, dont nous apprécierons plus loin toute l'importance.

* * *

Des mouvements orogéniques aussi intenses que les plissements hercyniens devaient, en disloquant et en fracturant profondément l'écorce terrestre, amener au jour d'abondantes roches éruptives. Ces émissions de produits internes, qui avaient commencé avec les granulites dévoniennes et qui se terminèrent avec les porphyrites du carbonifère supérieur et du permien [1]) et les phénomènes geysériens du trias, furent particulièrement nombreuses et puissantes au carbonifère inférieur et au carbonifère moyen. Il y eut alors, non pas seulement des filons, mais des coulées laviques, parfois très-épaisses.

Dès le culm, les schistes renferment en interstratifications des coulées d'orthophyres ou porphyres feldspathiques, de plus en plus serrées et épaisses et qui finissent par couronner complètement l'étage. A la même époque, des tufs orthophyriques [2]), produits de projection certainement liés à la présence de véritables volcans, se déposèrent sur des épaisseurs de 3 à 500 m. Enfin, au-dessus du culm, s'est épandu, sans doute au carbonifère moyen, un véritable déluge de porphyres microgranulitiques et quartzifères, de felsophyres, de porphyres pétrosiliceux [3]) sur une épaisseur également considérable. Les cailloux roulés provenant de ces diverses roches constituent une partie des conglomérats qui remplissent les bassins houillers.

Ces terrains d'origine éruptive et volcanique se sont formés principalement, comme il était naturel, dans le fond du synclinal, où ils se sont trouvés relativement à l'abri de l'érosion ; aussi constituent-ils une grande partie du Haut-Beaujolais et notamment sa bordure occidentale presque entière.

---

[1]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 763, 873.

[2]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 940. — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 35-38.

[3]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] p. 763. — Le Verrier. Note sur les formations, etc.. p. 48-57.

De la sorte ils ont été conduits à jouer, dans la géographie de cette région, un rôle prépondérant ; ils ont profondément gravé leur empreinte sur l'hydrographie et sur la végétation ; l'orographie surtout a été influencée ; par leur dureté ils ont en effet particulièrement résisté aux actions érosives : déposés dans un fond, ils forment aujourd'hui la plus haute région du pays.

* * *

Les mouvements hercyniens, si actifs après le carbonifère inférieur, continuèrent avec moins d'intensité durant le carbonifère moyen, le carbonifère supérieur, le permien et le trias[1]). A cette époque, l'activité orogénique, en voie d'affaiblissement, se manifesta sous une forme nouvelle ; elle se traduisit surtout par la production de failles, qui, comme d'habitude, sont les unes parallèles au sens de la poussée, les autres perpendiculaires. D'innombrables failles N. E. et surtout N.W. datent de cette époque[2]). Elles découpèrent le pays en compartiments qui, jouant indépendamment les uns des autres, amenèrent l'effondrement des parties orientale et occidentale du massif beaujolais et facilitèrent l'arrivée de la mer triasique dans les dépressions, qui s'indiquaient depuis longtemps déjà, de la Loire et de la Saône.

Dans l'intérieur même du pays resté émergé, les failles, en même temps qu'elles imposaient une direction aux cours

---

[1]) La preuve de la continuation des mouvements hercyniens jusqu'aux trias résulte des faits suivants :

1° les éruptions de porphyres et de porphyrites ;
2° les phénomènes hydrothermaux ;
3° la production de nombreuses failles ;
4° la dislocation des bassins houillers ;
5° la présence de galets de houille dans certains conglomérats ;
6° la constatation directe, faite par M. Le Verrier, dans le Roannais, de mouvements intéressant la microgranulite (Note sur les formations, etc. 42). — Dans le Morvan, il y a discordance angulaire entre le permien et le trias (V. Michel Lèvy. B. S. G. F. [3] VII, 765, 904.

[2]) Michel Lévy. Le Morvan et ses attaches avec le massif central. Ann. de Géog. VII, p. 405. — M. Depéret pense que le phénomène est beaucoup plus compliqué et que ces failles datent d'époques diverses.

d'eau et aux lacs houillers, livraient passage à des produits de l'activité interne. Les filons de porphyrite micacée[1]) sont généralement alignés N. E. Quant aux fractures N.W. elles ont permis la sortie, au permien et surtout au trias, de sources geysériennes, fin ordinaire des manifestations volcaniques. Les eaux siliceuses y déposèrent du quartz chargé de matières minérales et métalliques diverses: barytine, fluorine, manganèse, plomb, fer, cuivre, argent.

L'influence des failles permo-triasiques n'est pas négligeable dans la géographie actuelle. Elles ont déterminé, pour la première fois et d'une manière durable, les limites orientales et occidentales du Beaujolais montagneux. De plus elles ont été la cause de la direction prise par certaines rivières et par certains chaînons. Enfin le rôle industriel des filons quartzo-métalliques a été notable.

C. Erosions et dépôts secondaires.

Dans son ensemble, l'ère secondaire, au moins dans nos régions, fut une période de calme. Elle ne vit se produire aucun mouvement orogénique, ni par conséquent aucune apparition de roches éruptives. Quelques lents mouvements de bascule[2]), en amenant, suivant les lieux, des émersions ou des immersions, changèrent seuls alors les rapports de la terre et de la mer. Mais les masses émergées étaient basses et toujours prêtes à disparaître dans un mouvement en sens inverse. Le relief hercynien ne fut ni renouvelé ni entretenu.

Les causes constructives ayant cessé d'agir, le champ a été libre pour les causes destructrices. L'époque secondaire est une époque de démantèlement pour l'Europe hercynienne, morcelée par les transgressions marines, arasée et peu à peu détruite.

Les grandes érosions avaient commencé au houiller, favorisées par les précipitations abondantes d'un climat tropical.

---

[1]) C'est la *minette* des anciens auteurs. Le nom de porphyrite micacée vient de M. Michel Lévy.

[2]) Ces fluctuations du sol ont beaucoup favorisé les érosions.

Leurs effets furent sans doute longtemps contrebalancés par la persistance des plissements. Pourtant, dès le trias, le Beaujolais était déjà, semble-t-il, réduit à l'état de pénéplaine basse ; la présence du trias marin au sommet du Mont Avenas, sur les flancs de l'anticlinal hercynien, en est une preuve.

La grande transgression secondaire commençait. Le Plateau Central était séparé désormais de la Bretagne et des Vosges ; la mer, à la faveur des effondrements par failles, avait envahi les régions de la Saône et de la Loire et s'avançait en golfes dans l'intérieur des terres. La basse vallée de l'Azergues avec les cantons d'Anse et du Bois d'Oingt et la basse vallée de l'Ardières sont sur l'emplacement de deux de ces golfes. Ces échancrures étaient relativement profondes : les lambeaux triasiques qui couronnent la Montagne des Eguillettes au-dessus de Vauxrenard sont à 12 kilm. et ceux de la montagne d'Avenas au N. de Beaujeu à 16 kilm. de la Saône ; à la même distance se trouve le trias de Ste-Paule. Ce sont là sans doute d'ailleurs les points extrêmes atteints par la mer triasique ; les sédiments qu'elle y a déposés, formés d'arkoses, de grès, de calcaires dolomitiques, œuvre de sources magnésiennes, ont un facies nettement littoral. Les mêmes constatations peuvent être faites du côté du Roannais.

* * *

Après le trias [1]), l'Océan entame de plus en plus la terre. Le lias inférieur se présente encore sous un facies côtier : le calcaire à gryphées a conservé les restes d'immenses bancs de mollusques littoraux, assez analogues à nos huitres. Mais les épaisses marnes à ammonites du lias moyen et supérieur attestent un régime subpélagique. Puis avec le jurassique la transgression marine continue et atteint son maximum. Il y

[1]) La mer triasique a occupé la région du Sornin. Mais dans le Roannais propre la série jurassique ne commence qu'avec le calcaire à gryphées du sinémurien, peut être au grès du rhétien (V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 22). Le pays a dû rester émergé du culm au trias inclus. Pour le Beaujolais propre, M. Depéret estime, contrairement à l'opinion classique que nous avons exposée plus haut, que tout le pays a été recouvert par la mer triasique.

eut bien sans doute quelques légères régressions, dont la principale est marquée par l'absence du bajocien moyen [1]). Mais dans l'ensemble les rivages reculaient toujours. Après le dépôt des calcaires bajociens et bathoniens, les marnes et les calcaires marneux du callovien, de l'oxfordien et du kimméridgien, dont on trouve quelques lambeaux le long de la Saône, indiquent des conditions de haute mer. La même transgression se manifeste du côté de la Loire, bien que moins accusée; la série jurassique s'y arrête au bathonien (à Chandon, sur le Chandonnet, affluent de gauche du Sornin [2]). Ce sont ces faits qui ont amené Neumayr à supposer qu'aux époques callovienne et oxfordienne tout le Plateau Central était enseveli sous les eaux [3]).

* * *

Les temps secondaires ont eu sur la formation du Beaujolais une double influence. Tout d'abord, en effaçant le relief hercynien, ils ont permis aux mouvements orogéniques tertiaires d'édifier le relief qui prédomine aujourd'hui. En outre ils ont laissé des dépôts relativement étendus et bien groupés, qui ont donné à toute une partie du pays des caractères très particuliers.

Ces dépôts sont constitués à la base par des grès, au-dessus par une alternance de marnes et de calcaires, disposition qui a favorisé l'érosion. Seules, les assises dures, grès triasique, calcaire à gryphées, calcaire à entroques sont

---

[1]) Le fait a été constaté, avec une netteté saisissante, au Mont d'Or lyonnais, où le bajocien supérieur repose directement et en transgression évidente sur le bajocien inférieur.

[2]) Dans le Roannais, les derniers affleurements sont ceux d'un calcaire qui paraît correspondre au *ciret*. Mais le bathonien est supposé d'après la présence de *silex zônés (chailles)*. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 23. On ne sait si le jurassique, moyen et supérieur, a été enlevé ou bien s'il ne s'est pas déposé.

[3]) Melchior Neumayr, Erdgeschichte. 2e édition. Leipzig et Vienne. II (1895) 264-265. — Cette manière de voir est contestée par M. Le Verrier (Note sur les formations, etc, 34), qui estime que le Lyonnais, le Forez et le Beaujolais tout au moins sont restés émergés durant toute l'ère secondaire.

restées en saillie, en donnant des crêtes et des abrupts parallèles, formes orographiques très différentes de celles du Beaujolais siliceux. En même temps le régime des sources et des cours d'eau, ainsi que la végétation sont modifiés dans un sens d'ailleurs bien connu, par la présence de l'élément calcaire.

D. Mouvements et effondrements alpins.

On ne trouve dans le Beaujolais ni jurassique supérieur ni crétacé. Les dépôts de ces époques peuvent avoir été enlevés par les longues érosions tertiaires ; mais il est plus probable que le pays était alors émergé. La présence au jurassique supérieur de polypiers, dans le seuil du Morvan, après les grands affaissements du jurassique moyen, indique un régime de mer côtière. D'autre part il serait étrange que la grande transgression sénonienne n'ait laissé aucune trace en Beaujolais, alors que l'invasion de la mer de la craie blanche dans le Mâconnais se révèle encore aujourd'hui par la présence d'oursins crétacés et de rognons quartzeux dans les poches d'argile à silex de l'éocène [1]).

En tout cas le Beaujolais est resté émergé pendant toute l'ère tertiaire. On n'y trouve ni éocène, ni miocène ; les sédiments oligocènes sont lacustres, les dépôts miocènes, très proches du Lyonnais, nettement continentaux. Il y a là une conséquence intéressante, bien que lointaine, des plissements carbonifères. Si effacé que fût l'ancien relief, il subsistait assez pour que le Beaujolais restât terre ferme ; les montagnes avaient disparu, le socle résistant demeurait. Nous saisissons ici la persistance, sous les aspects les plus variés, d'un dessin géographique primitif [2]). Dès une époque très ancienne, le

[1]) Delafond et Depéret. Les terrains tertiaires de la Bresse (Paris 1893), p. 13-15.— Nous avons exposé l'opinion classique. Mais plusieurs géologues, et notamment M. Depéret, estiment qu'au moins à l'époque de la grande transgression sénonienne, le Beaujolais et le Lyonnais tout entiers ont été submergés. La découverte d'un oursin crétacé à Ecully donne, entre autres arguments, du poids à cette manière de voir.

[2]) C'est pour cela qu'il faut remonter très haut dans le passé pour expliquer le Beaujolais présent.

Beaujolais nous est apparu comme une masse solide comprise entre deux régions qui tendaient toujours à s'affaisser. Ce caractère a été accentué par les plissements tertiaires, dont le lent soulèvement du jurassique supérieur et du crétacé fut comme le prélude. Les mouvements hercyniens ont créé le pays, les mouvements alpins lui ont donné son aspect définitif.

* * *

Les mouvements alpins ont duré au moins depuis la fin du crétacé jusqu'à la fin du pliocène inférieur [1]), mais avec un maximum d'énergie après le miocène. Pendant tout ce temps le Beaujolais est resté un isthme entre deux cuvettes, alternativement marines et lacustres.

Dès l'éocène, les synclinaux de la Loire et de la Saône commencèrent à se creuser et des lacs s'y établirent sans doute [2]). Mais l'existence de grands lacs, en rapport avec une accentuation des synclinaux, n'est certaine qu'à l'oligocène : lac du Forez, lac du Roannais lac de Bresse. Ce dernier, dont l'existence a été mise en lumière par les travaux de MM. Delafond et Depéret, débordait notablement la Saône du côté de l'W. On en trouve des traces à 8 kilom. au moins du fleuve. Les brèches calcaréo-ferrugineuses de Romanèche, de Charentay et de la Chassagne paraissent représenter les sédiments côtiers du lac [3]).

Au commencement du miocène les lacs de la Loire se vident et le régime continental et fluviatile s'établit définitivement de ce côté [4]). Au contraire l'histoire de la vallée de la Saône continue de présenter de nombreux et variés épisodes.

Asséché au burdigalien [5]), puis envahi par les mers tortonnienne et helvétienne, qui y déposèrent la molasse marine, enfin recouvert par les lagunes du pontique, auxquelles la molasse d'eau douce doit son origine, le synclinal bressan

---

[1]) Delafond et Depéret, p. 15, 16, 176.

[2]) Delafond et Depéret, p. 16.

[3]) Delafond et Depéret, p. 16, 20, 22-24. Le lac de Bresse, douteux au tongrien, paraît certain à l'aquitanien.

[4]) Delafond et Depéret, p. 24.

[5]) Delafond et Depéret, p. 24.

continuait dans l'ensemble et par saccades successives, à s'affaisser [1]). Par contre le Beaujolais commençait sans doute à se surélever ; son caractère de terre ferme nous est attesté au miocène par les formations sidérolithiques de Lissieu et de St-Romain de Couzon en Lyonnais. Ce sont des poches d'argile rouge, ferrugineuse, provenant de la décomposition et de l'altération des terrains sous-jacents, notamment des calcaires bathoniens, et contenant la faune terrestre caractéristique de l'époque [2]).

Nous ne pouvions séparer l'histoire de la vallée de la Saône de celle du Beaujolais ; car la première explique la seconde. Il faut avoir constaté la prodigieuse mobilité dans le sens vertical, avec tendance générale à l'affaissement, de la région bressanne, pour comprendre la forme particulière qu'ont pris les mouvements alpins sur la bordure orientale du Beaujolais et les énormes effondrements qui ont donné à cette région un caractère si spécial et qui se traduisent encore aujourd'hui par de si importantes conséquences orographiques et hydrographiques.

* * *

C'est à la fin du miocène que les mouvements alpins se manifestèrent avec le plus d'intensité. C'est alors qu'ils firent surgir définitivement l'Atlas, les Alpes, le Jura, les Apennins, les Carpathes, les Balkans, le Caucase, l'Himalaya. L'onde terrestre venu du S. E. détermina dans nos régions une série de vagues successives, de plis à grands rayons [3]) : anticlinal alpin, synclinal de la Plaine suisse, anticlinal composé du Jura, synclinal bressan. Puis la vague, venant dès lors de l'E, butait contre le socle anciennement consolidé du Beaujolais, le forçait à se bomber, à prendre la forme d'un large pli surbaissé, dirigé nettement N.S. Au delà se formaient ou s'accentuaient le synclinal de la Loire, l'anticlinal des monts du Forez et de la Madeleine, le synclinal de l'Allier, l'anti-

---

[1]) Delafond et Depéret, p. 27-28, 33-37, 58-60. — Roux, p. 36.
[2]) Delafond et Depéret, p. 24-27.
[3]) Michel Lévy, Bull. Soc. Géol. France, XVIII [3] p. 688.

clinal de la chaîne des Puys. Mais alors la force de propagation de l'onde se trouvait épuisée et tout l'W. du Plateau central restait immobile.

Le Beaujolais acquit ainsi pour la deuxième fois un relief montagneux, de direction d'ailleurs tout autre et d'importance moindre qu'à l'époque hercynienne. Des montagnes de près de 1,500 m furent édifiées ; le trias d'Avenas en effet a été porté à 894 m et il faut lui restituer par la pensée son ancienne couverture de lias et de jurassique inférieur, dont l'épaisseur ne peut être évaluée à moins de 400 m [1]).

Le Jura, constitué par des terrains tendres, avait été plissé plusieurs fois. Au contraire, le socle beaujolais, très fortement durci par le dynamométamorphisme et les injections de roches ignées, refusa de se prêter à des torsions aussi intenses ; il ne fut point plissé mais seulement renflé [2]). Encore les cassures ont-elles joué dans ce relèvement un rôle important. Au contact des terrains anciens, très résistants, et des terrains secondaires et tertiaires beaucoup plus tendres, des cassures se produisirent ; les failles permo-triasiques N.E. et N.W. jouèrent de nouveau en accentuant le rejet vers l'W. des assises primaires. En même temps des failles nouvelles, perpendiculaires à la direction de la poussée orogénique, c'est-à-dire orientées N.N.E., presque N.S., s'ouvrirent, déterminant des dénivellations de plusieurs centaines de mètres et le long desquelles le Bas-Beaujolais et la Bresse s'effondrèrent définitivement. Il se constitua de la sorte le long du Beaujolais une muraille abrupte.

Du côté de la Loire les phénomènes furent un peu différents. Ici la faille principale se trouve, non du côté du Beaujolais, mais du côté des monts de la Madeleine [3]) ; en sorte que la vallée de la Loire en coupe transversale est représentée par un plan incliné à l'W. mais resté en contact à l'E. avec

---

[1]) Michel Lévy. Ann. de Géogr. VII. p. 405.

[2]) Il faut considérer le Beaujolais comme une voûte surbaissée dont la clef a été surélevée par failles. V. planche III et Michel Lévy. Ann. de Géogr. VII. p. 412.

[3]) Le Verrier. Note sur les formations, etc. p. 18-21.

le Haut-Beaujolais, comme s'il y était demeuré attaché par une charnière. On peut expliquer de la sorte suivant nous, avec la haute altitude relative de la vallée de la Loire, l'existence des hauts plateaux du Roannais, qui rendent un peu incertaines de ce côté les limites du Beaujolais. L'orographie et, par voie de conséquence, l'hydrographie actuelles portent à un haut degré l'empreinte des actions si opposées qu'ont subies les régions de la Loire et de la Saône.

* * *

Dans le Vivarais, dans le Velay, en Auvergne, les mouvements alpins ont eu pour conséquence, comme d'habitude, la sortie, au miocène et au pliocène, de nombreuses roches éruptives et même nettement volcaniques qui ont ajouté, pour ainsi dire, un deuxième relief, relativement très élevé, au relief dû aux plissements. Il n'en est pas de même en Beaujolais ; inondé de produits internes au carbonifère, ce pays fut à peu près indemne au tertiaire de manifestations éruptives : il n'eut pas de volcans. Cela tient à ce que les mouvements alpins ont été dans le Beaujolais beaucoup moins importants que les mouvements hercyniens et surtout à ce que, suivant la loi constatée et formulée par M. Marcel Bertrand, le centre de l'activité orogénique s'était transporté vers le S. C'est à peine si l'on a à citer quelques filons de basalte [1]) découverte récemment dans les travaux du tunnel des Echarmeaux. Ce demi-sommeil de l'activité interne explique le petit nombre et le peu d'importance des sources thermales et minérales du Beaujolais.

Les mouvements alpins se firent sentir, après le miocène, jusqu'à la fin du pliocène inférieur [2]). Pendant ce temps, grâce aux effondrements, la Bresse était de nouveau devenue un lac[3]).

---

[1]) C'est l'opinion de M. Michel Lévy. Mais peut-être ces filons sont-ils mélaphyriques et n'y a-t-il pas trace dans le Beaujolais d'éruptions tertiaires.

[2]) Delafond et Depéret, p. 176.

[3]) C'est ce lac qui a déposé en Bresse et en Dombes les marnes de Mollon, les marnes et sables de Condal et les marnes d'Auvillars, qui forment, les unes ou les autres suivant les points, les parties profondes

Les derniers phénomènes orogéniques le vidèrent et dès lors le régime continental s'établit définitivement dans nos régions.

Les mouvements alpins ont eu sur la géographie actuelle une influence considérable ; s'ils ont agi sur un pays déjà constitué, du moins ils lui ont donné les caractères propres qui le distinguent aujourd'hui. Le Beaujolais leur doit le rajeunissement et le relèvement de son relief, la direction N. S. de ses crêtes montagneuses, ses limites, très nettes à l'E., un peu confuses à l'W., l'aspect de haute barrière, avec toutes ses conséquences hydrographiques, qu'il présente du côté de la Saône ; le régime de plateaux qui prévaut au contraire du côté de la Loire. Après le miocène la région a acquis ses traits géographiques essentiels : elle n'a plus qu'à subir la dernière des actions formatrices du pays, les érosions du tertiaire supérieur et du quaternaire, qui l'ont définitivement sculptée, et lui ont donné la plastique que nous lui connaissons.

E. Erosions et alluvionnements pliocènes et quaternaires.

Aux mouvements orogéniques tertiaires a succédé, comme antérieurement aux plissements carbonifères, une ère d'érosion et d'alluvionnement qui, poursuivie pendant le pliocène moyen, le pliocène supérieur et le quaternaire, n'est pas encore terminée aujourd'hui.

Cette forme nouvelle prise par les actions formatrices du sol est très naturelle. Après l'assèchement du lac bressan du pliocène inférieur, le régime fluvial, qui existait déjà depuis longtemps du côté de la Loire, s'établit aussi du côté de la Saône [1]). La vallée de cette rivière, comme celle du Rhône, date du pliocène moyen. Cette vallée était fort large ; elle s'étendait jusqu'au pied des montagnes beaujolaises ; de plus,

---

de ces deux pays. Le caractère lacustre, manifesté à diverses reprises par la vallée de la Saône, s'accuse encore aujourd'hui, en certains points, par la disposition topographique des lieux ; on y sent l'ancien fond de lac. D'après Burat, cité par Elisée Reclus (France p. 365), les paysans appelleraient encore quelquefois le pays « grand lac ».

[1]) Delafond et Depéret, p. 176.

en raison des grands phénomènes de transport qui ont marqué cette époque, le niveau du fleuve était très peu stable ; le lit fut à plusieurs reprises au dessous du lit actuel (170 m d'altitude environ) [1] ; à d'autres moments il s'éleva d'une centaine de mètres (au moins 260-265 m). Ces variations, en changeant perpétuellement le niveau de base des affluents, étaient éminemment propres, comme l'a très bien montré M. Delafond [2], à activer et à amplifier l'œuvre de l'érosion. Les pluies, très abondantes aujourd'hui, étaient alors plus abondantes encore, par suite de l'altitude plus considérable des montagnes, jeunes et peu usées ; et cette hauteur même du massif montagneux rendait le régime des cours d'eau particulièrement torrentiel. Aussi l'importance des érosions depuis le miocène a-t-elle été considérable ; non seulement 400 m peut-être de jurassique, dont on retrouve les *chailles* [3] dans les dépôts des rivières, ont été enlevés, mais encore, au-dessous du trias, des vallées de plus de 500 m de profondeur ont été creusées [4].

* * *

Les phénomènes d'alluvionnement ont surtout eu pour résultat la constitution du Bas-Beaujolais, sous l'action d'une part des cours d'eau locaux et d'autre part de la Saône.

Le long de la Mauvaise et de l'Ardières [5] remontent des terrasses caillouteuses inclinées, restes des transports de torrents, situés dans les mêmes vallées que ceux d'aujourd'hui, mais beaucoup plus puissants. Ces cailloutis atteignent dans la vallée de l'Ardières, au hameau de St-Joseph, l'altitude de 440 m. Ils sont naturellement constitués par des roches de la région: granites, porphyres, schistes, arkoses du trias, *chailles* du jurassique. Ce qui les caractérise surtout c'est la grosseur et souvent le caractère anguleux des blocs entraînés ; ces faits,

---

[1]) 167 m en étiage à l'embouchure de l'Ardières.

[2]) Delafond et Depéret, p. 176-180 et 222-224.

[3]) Rognons siliceux dans les calcaires bajociens et bathoniens (V. 2ème partie).

[4]) Michel Lévy. Ann. de Géog. VII. p. 406.

[5]) Delafond et Depéret, p. 209-212.

particulièrement visibles près de Lantignié et de Durette, avaient fait admettre l'existence de glaciers beaujolais [1]). Mais MM. Delafond et Depéret ont démontré que cette manière de voir est inexacte. Il n'y a pas eu de glaciers dans le pays [2]) ; la masse des blocs ainsi que la conservation des angles s'expliquent par les éboulements dans les cirques montagneux et par un transport peu considérable.

Nous trouvons même la trace de cours d'eau qui ont complètement disparu depuis. Telle est la longue et épaisse traînée d'alluvions qui, partant de près de Villefranche, remonte vers le S.S.W. par Liergues et Pouilly-le-Monial jusque vers Frontenas, à 350 m d'altitude, entre le massif calcaire d'Anse et celui du Bois d'Oingt [3]). Ce plan incliné se termine comme ceux de l'Ardières et de la Mauvaise à 250-260 m ; ils correspondent tous trois à l'époque où la Saône coulait à environ 100 m au-dessus de son niveau actuel. La largeur et l'épaisseur de cette bande d'alluvions, la grosseur des matériaux entraînés indiquent l'œuvre d'un cours d'eau très important, qui occupait alors cette vallée aujourd'hui à peu près assèchée et manifestement beaucoup trop large pour les infimes ruisseaux qui la parcourent. Peut-être une branche de la Brevenne ou de l'Azergues pliocènes passait-elle par cette vallée. Il y a là en tout cas la trace très nette d'un changement de cours ou d'une capture.

La Saône a aussi déposé des alluvions, dont l'importance résulte de l'intervention toute nouvelle du phénomène glaciaire [4]). Les glaciers parraissent s'être établis dans les Alpes au pliocène moyen [5]), à l'époque où la Saône déposait en

---

[1]) Falsan et Chantre. Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône (Lyon 1880) p. 384-430 (notamment 404-407).

[2]) Delafond et Depéret, p. 212. — Michel Lévy. Ann. de géogr. VII, p. 406.

[3]) Delafond et Depéret, p. 212.

[4]) Delafond et Depéret, p. 224-230 et 296-302.

[5]) Pour MM. Delafond et Depéret, le pliocène moyen correspond à la période de progression des glaciers, le pliocène supérieur à l'époque de

Dombes les sables de Trévoux. Au pliocène supérieur et au quaternaire, ils ont joué dans les phénomènes d'alluvionnement un rôle considérable, en raison de leur vaste extension ; ils ont en effet, à un moment, atteint et dépassé Lyon. Ils donnaient naturellement lieu à un intense ruissellement et à d'abondants transports, dont le résultat a été la constitution du sol du Bas-Beaujolais.

Ces glaciers subissaient en effet de nombreuses fluctuations, avançant ou reculant suivant les époques ; aussi avaient-ils des phases diverses d'activité. A de certains moments, leurs cailloutis comblèrent plus ou moins la vallée de la Saône ; puis, quand les transports devenaient moins importants, la rivière se recreusait un lit dans ses propres alluvions. De ces phénomènes plusieurs fois renouvelés est résultée la formation de *terrasses* étagées d'autant moins élevées qu'elles sont plus récentes. MM. Delafond et Depéret ont retrouvé les restes de huit de ces terrasses [1]) ; les six dernières seulement existent en Beaujolais comme en Dombes ; elles datent du pliocène supérieur et pour les deux [2]) dernières du quaternaire. Bien que très morcelées par les érosions ultérieures, elles constituent encore les plateaux inférieurs du Bas-Beaujolais.

* * *

Les époques pliocène et quaternaire, en agissant sur une matière fournie par les époques antérieures et en se contentant de la modifier, ont donné au Beaujolais ses formes définitives.

Les érosions ont été la cause principale du modelé du haut pays. Déterminées en direction par la direction même des mouvements tertiaires, elles ont ouvert ces vallées N.S. et, par voie de conséquence, découpé dans le large anticlinal miocène ces trois grandes chaînes de même sens dont l'en-

---

leur avancée extrême et de leur stationement, le quaternaire à celle de leur recul, lequel s'est opéré d'ailleurs d'une manière très saccadée (V. p. 229-230.

[1]) V. planche II.

[2]) Les trois dernières, d'après MM. Delafond et Depéret (V. p. 247-248) sont quaternaires.

semble est si caractéristique du Haut-Beaujolais et l'oppose si bien au Lyonnais. En même temps en abaissant le relief post-miocène, elles ont agi sur le climat, sur le régime des eaux, sur la végétation. Leur action à ces divers points de vue a été essentiellement *modératrice ;* sans elles, les cours d'eau beaujolais seraient aussi redoutables que les torrents du Vivarais.

Si le Haut-Beaujolais doit aux érosions ses caractères, le Bas-Beaujolais est surtout l'œuvre des alluvionnements. Nous verrons les conséquences de la disposition primitive des alluvions en terrasses horizontales. En tout cas, ce sont les alluvionnements qui ont plaqué, sur les flancs et à l'abri de la muraille montagneuse, ces côteaux « *modérés* », dont les pentes douces, la bonne orientation, le sol chimiquement assez varié en raison des origines multiples des matériaux qui le composent, ont donné au pays, en se prêtant admirablement à la culture de la vigne, son trait le plus distinctif et sa richesse.

Aujourd'hui les actions constructives, comme les destructives sont dans une phase de calme. La Saône comble lentement son lit, en recouvrant sans ravinement les graviers de fond quaternaires [1]); la montagne, par son abaissement même, se détruit chaque jour moins vite. C'est l'homme qui est devenu le principal élément modificateur du pays.

---

[1]) Delafond et Depéret, p. 286-287.

DEUXIÈME PARTIE

Description géologique. Le sol et le sous-sol.

L'histoire géologique dont nous avons résumé les traits essentiels, a laissé dans le Beaujolais un ensemble de formations, à la fois très nombreuses et très variées. Il convient de les passer en revue parce que c'est le plus souvent par l'intermédiaire du sol que le passé exerce son influence sur le présent.

Pour comprendre la géologie beaujolaise, il faut l'étudier sur une carte dont l'échelle ait permis de figurer l'extrême variété de terrains et d'accidents divers, qui la caractérise et qui l'explique. Si l'on jette les yeux par exemple sur la carte géologique du 1/80,000e, et notamment sur la feuille de Bourg, qui représente la bordure orientale du pays, la plus disloquée, le Beaujolais apparaît comme un damier de paquets de terrains, aux contours assez rectilignes et formés de toutes sortes de roches. On croirait que l'on a assemblé au hasard des cubes de couleurs différentes.

Cet aspect très particulier tient aux innombrables failles permo-triasiques et miocènes. Par leur action, le sol a été divisé en compartiments, dont chacun a joué pour son propre compte. Il en est résulté une sorte de quadrillage, dont les lignes constitutives, à peu près perpendiculaires les unes sur les autres, sont orientées N.W., N.E., parfois N.N.E.

Les failles sont le trait dominant de la géologie beaujolaise. Plusieurs d'entre elles sont fort longues et ont produit des différences de niveau considérables, grâce auxquelles les montagnes s'abaissent en gradins successifs vers la Saône. La principale correspond à l'effondrement du terrain secon-

daire vers la cuvette bressane. C'est la grande faille bordière de la Saône, remarquablement rectiligne sur plus de 30 kilm.; sa direction est N. 15-20° E.; elle produit une dénivellation de 650 m entre le grès bigarré d'Avenas et de Vauxrenard et le jurassique de Romanèche.

* * *

Malgré cette complication, on arrive vite à voir que les mêmes roches se répètent en formant des bandes parallèles, d'ailleurs très disloquées par les failles qui en ont rejeté les lambeaux d'autant plus vers l'W. qu'ils sont plus septentrionaux, ce qui donne à la carte géologique une disposition en escalier très frappante.

A partir de la Saône est une première bande constituée par les alluvions tertiaires et formant de bas plateaux. Elle est orientée N. N. E. parallèlement à la rivière, parce qu'elle est limitée à l'W. par les failles miocènes, qui ont abaissé le jurassique sur lequel les alluvions se sont déposées. C'est le *Beaujolais alluvial.*

Puis vient une bande de calcaires et de marnes, ruine démantelée des dépôts secondaires, région de collines, qui, bien développée au S. où elle est hachée par des failles N.N.E. et N.W., n'est représentée au N. que par d'infimes fragments. C'est le *Beaujolais calcaire* qui, avec le Beaujolais alluvial, constitue le Bas-Beaujolais.

Enfin la grande masse du pays est le soubassement montagneux, le *Beaujolais cristallin*, formé de roches primitives et paléozoïques, plus ou moins recouvertes en certains points par des coulées éruptives. Ici les affleurements ont typiquement la direction N.E. hercynienne. C'est le Haut-Beaujolais.

Telles sont les trois *régions naturelles géologiques* du pays.

A. Haut-Beaujolais.

On doit y distinguer deux sous-régions :

1° les restes de l'anticlinal hercynien, formé de granite et de schistes précambriens, ou tout au moins antécarbonifères, métamorphisés.

2° le synclinal du Roannais-Beaujolais, où la mer du carbonifère inférieur a laissé des schistes et des calcaires marins, puis les schistes côtiers et lagunaires du *culm*, et où dans la suite se sont accumulés des tufs, produits de projection d'origine volcanique, par dessus lesquels ont coulé des porphyres feldspathiques et des porphyres quartzifères.

Les lambeaux disloqués de ces deux sous-régions constituent dans leur ensemble des alignements N.N.E., à cause des rejets ; les éléments bordés par les failles, pris séparément, sont dirigés N.E.

* * *

Dans l'axe de l'anticlinal, le granite [1]) affleure sur de vastes surfaces, entre lesquelles il disparaît sous les schistes. Ce sont en allant du S.W. au N.E.

1° le massif des Olmes, de Bully et de Sarcey, que coupe la Turdine et qui se rattache à la grande masse granitique des Mts de Tarare ;

2° le massif de St-Vérand et de St-Laurent d'Oingt que traverse l'Azergues ;

3° l'ellipse d'Odenas, St-Etienne-la-Varenne, Vaux et Arbuissonas, que parcourt la Vauxonne ;

4° l'ellipse de Fleurie, Villié, Chénas, Chiroubles, Lantignié, qui, par Durette et Quincié, se rattache à la précédente par dessous les alluvions de l'Ardières et qui, coupée par la Mauvaise, se continue vers le N.E. par Juliénas jusque dans le Mâconnais, où elle disparaît d'abord sous les schistes, puis sous le secondaire.

Chacune de ces masses dévie un peu vers l'W. par rapport à celle qui la suit immédiatement du côté du S. ; de la sorte, bien que la direction de chacune d'elles soit N.E., la traînée a dans l'ensemble une direction N.N.E. parallèle à la Saône.

---

[1]) Sur le granite V. Michel Lévy. Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général (1893) — Gruner, p. 90-163 — Roux, p. 51-58 — Risler, Géologie agricole, I, p. 28-39 — Sur l'ensemble des caractères géographiques des roches primitives et paléozoïques, V. Depéret. Résumé géologique sur l'arrondissement de Lyon, p. 45-64.

Le granite du Beaujolais est assez variable. Quelquefois son grain est fin, sa couleur sombre, sa compacité extrême. Le plus souvent il est porphyroïde et renferme de grands cristaux d'orthose rosé qui se détachent facilement. Parfois aussi, au voisinage des roches amphiboliques, il devient calcico-magnésien et se charge lui-même d'amphibole ; c'est le cas de la bordure W. du massif de Fleurie, en face de Vaux-renard et d'Emeringes.

Le granite est loin d'avoir l'indestructibilité que lui prêtent les poètes. Il se désagrège au contraire facilement sous les influences atmosphériques, favorisées par la disposition en tous sens des paillettes de mica et par l'inégal échauffement des minéraux constituants, colorés diversement ; l'eau, les gelées, les racines des plantes, l'acide carbonique contribuent également à cette désagrégation. Le quartz reste intact ; le mica, peroxydé et jauni, est peu attaqué ; mais les feldspaths sont par contre attaqués fortement et passent à l'état d'argile et de carbonates de soude et de potasse qui sont entraînés. Le granite à grain fin (*granite grenu* de Gruner, *microgranite)* résiste dans une certaine mesure à ces actions destructives. Mais le granite porphyroïde est très friable. « *Il se pourrit* », disent les carriers, et devient superficiellement et quelquefois jusqu'à plusieurs mètres de profondeur, une *arène* sablonneuse, de composition silico-potassique. Par dessous cette couche meuble, la roche est compacte, sans fissures profondes, imperméable.

Le granite d'Odenas et de Fleurie, d'après M. Michel Lévy, se serait injecté, entre les gneiss et les schistes [1]). Il recouvrirait ainsi les gneiss d'une manière anormale, en les empêchant d'affleurer comme ils font dans le Lyonnais. Nulle part en effet dans le Beaujolais on ne trouve de gneiss ni de micaschistes francs.

* * *

[1]) Cette manière de voir ne paraît plus guère devoir être admise aujourd'hui. Les nouvelles théories sur la formation du granite et sur la gneissification métamorphique des schistes ont modifié considérablement à cet égard les idées des géologues.

Originairement le granite était entièrement recouvert par les schistes rapportés par M. Michel Lévy au précambrien [1]). Mais l'érosion les a fait disparaître en partie et il n'en reste que des lambeaux de chaque côté des massifs granitiques et dans leurs intervalles. Les formations schisteuses sont surtout développées à l'W. du granite ; à l'E. elles disparaissent vite, le long des failles longitudinales, sous le secondaire et le tertiaire.

Les schistes sont particulièrement abondants dans le Tararais, sur la Turdine et le Soanan ; sur la moyenne Azergues, à Létra, Ternand, Légny, les Ponts-Tarrets, le Breuil, Chessy, d'où ils envoient un diverticule au milieu des formations secondaires jusqu'au delà de Moiré ; dans la chaîne orientale du Beaujolais, à Rivolet, St-Cyr-le-Chatoux, Marchampt ; enfin au N. de Beaujeu et autour d'Emeringes. Ils constituent donc la plus grande partie du Haut-Beaujolais oriental.

Originairement argilo-terreux, tendres et bien fissiles, ils ont été durcis, cristallisés, silicifiés par le dynamométamorphisme et par l'action des roches éruptives, granite, granulite, diorite.

Le granite en a fait des schistes feldspathisés, les *cornes rouges*, qu'on trouve à Dareizé, St-Loup, Létra, Légny, Moiré, Rivolet, Villié. Aux Salles la granulite les a transformés en schistes micacés. Schistes feldspathiques et micacés ont gardé d'ailleurs leur nature chimique primitive ; ils sont restés très exclusivement silico-potassiques.

Les diorites et les diabases ont opéré des transformations beaucoup plus importantes. Ces roches sont abondamment intercalées dans la partie supérieure de l'étage précambrien de M. Michel Lévy et présentent des affleurements peu étendus mais nombreux, notamment dans les montagnes du Tararais, entre Rivolet, Denicé et Blacé, au Mt Brouilly, à Quincié,

---

[1]) Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. IX et XI [3] — Risler. I, p. 45-46 — Nous avons vu plus haut que l'âge de ces schistes est discutable.

Beaujeu, Vauxrenard, Emeringes. Constituées par des feldspaths calciques et des silicates calcico-magnésiens comme le pyroxène et surtout l'amphibole, les diorites et les diabases ont complètement modifié les caractères chimiques des schistes encaissants ; ceux-ci, devenus *cornes vertes*, ont acquis des éléments calciques. Le Haut-Beaujolais est traversé en écharpe, de Tarare à Emeringes, par une large bande de roches dioritiques et de cornes vertes, dont on comprend facilement l'action sur la végétation.

Au S. du Beaujolais existe une formation schisteuse spéciale [1]), dans laquelle la Brevenne a creusé son lit, et que M. Michel Lévy rapporte à l'étage supérieur des micaschistes, tandis que MM. de Lapparent et Roux la considèrent plutôt comme précambrienne [2]). Elle forme le rebord N.W. de l'anticlinal du Lyonnais. Ce sont les schistes chlorito-argileux de la Brevenne qui, du côté de Sain-Bel sont durs, compacts et imprégnés de pyrite cuivreuse.

Au point de vue des applications, cet énorme étage précambrien ou précarbonifère manifeste une grande unité d'action, dont toute l'orographie du Beaujolais oriental porte la marque. Les schistes durcis se comportent, non comme des roches *schistoïdes*, mais comme des roches massives. Tous, et particulièrement les cornes vertes, remplies de cristaux très durs d'amphibole, résistent énergiquement à l'érosion ; ils culminent au dessus des surfaces granitiques relativement déprimées ; ce sont eux qui ont maintenu, dans une certaine mesure, l'intégrité de l'arête orientale du Beaujolais. Cependant, comme ils affleurent par leurs tranches, ils se décomposent superficiellement, en donnant une terre argileuse peu épaisse, appelée *morgon* [1]), médiocre pour la végétation en général, affectionnée pourtant par la vigne, lorsque l'altitude n'est pas trop considérable et si l'on prend soin d'augmenter

---

[1]) Roux, p. 95-101.

[2]) Il vaut mieux dire simplement précarbonifère.

[1]) C'est ce mot qu'on retrouve dans les noms de la rivière Morgon et du village de Villié-Morgon.

l'épaisseur de la terre végétale par le *défonçage* à la pioche. Le sous-sol est naturellement très imperméable.

Les diorites et les diabases ne sont pas moins imperméables et sont plus résistantes encore. Leurs affleurements isolés correspondent souvent à des sommets.

* * *

Le synclinal beaujolais occupe une surface beaucoup plus considérable que l'anticlinal ; il constitue toute la partie occidentale du pays ; sa bordure E. est très disloquée.

Il ne formait pas une cuvette unique, comme le pensait Gruner. M. Le Verrier a montré en effet qu'il renfermait des plis secondaires, de plus en plus pressés vers le N., où ils manifestent même une tendance au renversement, comme s'ils s'étaient écrasés sur le massif granitique charolais, contre lequel ils butent au N.W [1]).

Ces plis secondaires [2]) se manifestent encore aujourd'hui en certains points où ils font réapparaître entre des failles les diorites et les cornes vertes comme au St-Rigaud ou même le granite comme à Monsols. Le massif granitique des Ardillats a évidemment la même origine et se rattache à la même formation ; mais il a été moins rejeté à l'W.

* * *

Quelques dépôts du carbonifère marin et du culm ont subsisté dans le synclinal [3]). Ils affleurent entre Cours et Thizy, près de Mardore, de Thel, de St-Vincent-de-Rhins, de Tarare, de Valsonne, de Létra, de St-Bonnet-le-Troncy, de St-Nizier d'Azergues, de Marchampt, dans le massif du St-Rigaud et

---

[1]) Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 42.

[2]) Vers Matour, on voit très bien le flanc relevé d'un synclinal (Michel Lévy. Ann. de Géogr. VII, p. 416 et coupe p. 417). Il y avait là un anticlinal hercynien. C'est un des rares points, toujours très localisés, où le soulèvement carbonifère N.E. a laissé des traces, même au point de vue topographique. D'autre part M. Le Verrier (Note sur les formations, etc., p. 42) a trouvé de Neulize à Cublize les traces d'un anticlinal hercynien.

[3]) V. planche IV.

sur le haut Sornin, depuis St-Germain-la-montagne à l'W. jusqu'au bois de la Farge et au bois d'Ajoux à l'E. Mais c'est surtout dans le Roannais qu'ils sont bien développés [1]).

Les dépôts carbonifères sont constitués par une puissante série de schistes, avec des intercalations de lentilles calcaires d'une épaisseur moyenne de 20 m. Ce calcaire, qu'on exploite à Régny en Roannais et à Thizy en Beaujolais comme pierre à bâtir et comme pierre à chaux, est un calcaire bitumineux noir, veiné de blanc et devenant parfois un véritable marbre ; le peu d'importance de ses affleurements lui interdit tout rôle géographique. Au dessus du calcaire on trouve quelquefois, notamment à Thizy et à Létra, les schistes côtiers du culm, avec empreintes de plantes terrestres.

Les formations carbonifères, médiocrement étendues, ont un rôle peu important et peu original. Les schistes comprimés et durcis par les mouvements orogéniques se comportent à peu de chose près comme des roches massives ; ils sont résistants et imperméables. Cependant comme ils sont redressés et affleurent par leurs tranches, ils se décomposent plus facilement que les roches éruptives ; ils résistent moins aussi que les schistes précarbonifères, surtout les *cornes*, parce qu'ils n'ont pas subi au même degré le métamorphisme thermochimique. La terre qu''ils donnent est argilo-siliceuse [2]).

Du carbonifère marin il faut rapprocher le houiller [3]), encore moins important. Les bassins houillers du Beaujolais sont assez nombreux mais très peu étendus ; seul celui de la Chapelle-sous-Dun, en dehors du Beaujolais historique, est exploité aujourd'hui. Ceux de l'Arbresle, de Ste-Paule, de St-Just d'Avray, de Grandris, de St-Niziers d'Azergues sont

---

[1]) Sur le carbonifère inférieur, V. Gruner p. 267-284, 324-362 — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 34-42.

[2]) Dans le Roannais et dans le Beaujolais occidental, les terres assez profondes, résultant de la décomposition des schistes carbonifères peu métamorphisés, sont dites *béluzes*, par opposition aux *varennes* sèches et arides, formées par la microgranulite. Le seigle y vient très-bien et même, par le chaulage, le blé. V. Risler. I. p. 182-183.

[3]) V. Roux p. 101-114.

absolument négligeables. Tous sont orientés N.W. comme conséquence sans doute des premières failles permo-triasiques. Leurs dépôts sont des grès et des poudingues formés de toutes les roches de la région.

* * *

Les principales formations du synclinal beaujolais, les seules qui aient une importance géographique sérieuse, sont les produits éruptifs de la série porphyrique, qui comprennent trois termes :

1° les tufs orthophyriques (tufs porphyriques) ;

2° les orthophyres (porphyres feldspathiques, porphyres noirs) ;

3° les porphyres quartzifères (microgranulites, porphyres microgranulitiques, eurites, felsophyres, porphyres pétrosiliceux [1]).

Bien que les formations orthophyriques et microgranulitiques se pénètrent constamment, cependant les premières prédominent sur le bord E. du synclinal et les secondes sur le bord W., parce qu'étant plus jeunes elles y recouvrent en partie les autres. De plus à l'E. les failles ont brisé la continuité des couches ; au contraire à l'W. les microgranulites sont en grandes masses qui constituent une fraction très importante du pays.

* * *

Les tufs [2]) forment le vaste plateau de Neulize, que coupent les défilés de la Loire et pénètrent en Beaujolais vers

---

[1]) Les pétographes et les géologues distinguent ces diverses variétés, dont les caractères cristallins révèlent des conditions de formation parfois assez différentes (en profondeur ou à l'air libre). Mais ces distinctions n'ont aucun intérêt géographique, toutes ces roches se comportant sensiblement de même avec plus de résistance pourtant à l'érosion chez celles qui sont franchement fluidales. Quoiqu'il en soit nous les considérerons en bloc en le désignant indifféremment sous le nom de microgranulites ou de porphyres quartzifères.

[2]) V. les planches I et IV. Sur les tufs porphyriques, on peut consulter : Michel Lévy, *passim*, notamment Bull. Soc. Géol. France, III et VII [3] — Gruner, p. 291-303 — Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 34-42.

St-Victor, Amplepuis et les Sauvages. Ils affleurent le long de la vallée du Rhins, de Cublize à St Tincent et à Ranchal; dans la vallée de la Trambouze à Cours ; au Bois d'Ajoux, vers Azolette, Propières, Belleroche ; de Tarare à Chamelet ; dans toute la chaîne orientale où ils sont mélangés avec les *cornes ;* dans les montagnes d'Avenas et des Eguillettes qu'ils constituent presque entièrement. Leur bande disloquée a en Beaujolais une largeur moyenne de 10 kilomètres et une puissance de 3 à 500 m.

Composés de fragments brisés de quartz, d'orthose, d'oligoclase, de mica noir, que cimente une pâte calcédonieuse, ils ressemblent étrangement à des grès ; Gruner les appelait *grès à anthracite, grès anthracifères, grès anthraxifères.* Mais M. Michel Lévy a montré que ce sont de véritables brèches de projection, de grossières cinérites, rejetées par les volcans, déposées et consolidées à l'air libre ou sous l'eau des lagunes ; parfois même elles sont vaguement stratifiées. En certains points, des différences sensibles de grain racontent les diverses phases des éruptions. Leur couleur est verdâtre, car la chlorite épigénise presque entièrement le mica. Dans le pays on les nomme *roches vertes.*

Les tufs commencent par des bancs interstratifiés dans les schistes du culm ; les passages des uns aux autres sont répétés et insensibles. C'est dans ces parties douteuses, mais que M. Le Verrier croit nettement clastiques, que se rencontrent les veines moniliformes d'anthracite d'Amplepuis, de Lay et de St-Victor, épaisses de 1 à 2 m mais renflées parfois jusqu'à 10. Au dessus les tufs prédominent entièrement.

Ils sont couronnés en divers points par des coulées d'ortophyres, dont les lambeaux, très durs [1]) et pour cela excellents protecteurs pour les terrains sous-jacents, garnissent les sommets des montagnes du Crochet, de Montclair, de Thyon. Ces porphyres, colorés en brun par le fer, sont de véritables

---

[1]) A Cours, on les exploite comme matériaux d'empierrement et même comme pierre de taille. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc. p. 37.

laves carbonifères, avec une pâte fluidale et semi-amorphe très compacte.

Quant aux tufs, ils sont sans doute très résistants et agissent à la manière des roches massives et imperméables. Il nous paraît pourtant qu'on a exagéré leur dureté [1]). Leur origine à demi-clastique les empêche d'avoir partout la même compacité ; en certains points au moins ils se désagrègent assez facilement. Aussi l'érosion les a fortement rabotés, partout où ils n'ont pas été protégés par les orthophyres ou consolidés par des filons de microgranulite. C'est le cas de la plus grande partie du plateau de Neulize, d'altitude médiocre et si largement ondulé. La terre qu'ils donnent en se décomposant est assez épaisse, silico-potassique, très ferrugineuse.

* * *

Les porphyres quartzifères [2]) se trouvent dans l'ensemble un peu à l'W. des roches orthophyriques, peut-être par suite de l'exhaussement du flanc S.E. du synclinal après le carbonifère inférieur. Ils recouvrent d'ailleurs au moins en partie les tufs.

La microgranulite se montre en très nombreux filons dans tous les terrains anciens ; le carbonifère du plateau de Neulize en est littéralement lardé. Ils sont le plus souvent alignés N.W. et leur puissance varie de 10 à 30 m. Comprimée dans les fentes de l'écorce, la roche est très dure ; elle résiste énergiquement à l'érosion, reste fréquemment en saillie et détermine ainsi des sommets. Ces filons, dont le rôle est si net, sont formés de microgranulite franche ; leurs cristaux réguliers indiquent qu'ils se sont formés en profondeur.

Au contraire les grands massifs de porphyre de la partie W. du Beaujolais révèlent des conditions de formation subaérienne ou même tout à fait aérienne ; leur cristaux tendent

---

[1]) V. la discussion de cette question dans notre travail. Le rôle géographique des tufs porphyriques dans le Beaujolais, Ann. Soc. Sc. Nat. Tarare. 15 mars 1901.

[2]) V. Gruner, p. 303-311 — Michel Lévy, Bull. Soc. Géol. France. VII et XVI [3] — Le Verrier. Note sur les formations, p. 48-68. — Depéret. Résumé, *passim*. — Roux, p. 61-71 — Risler, I, p. 43.

à l'état microlithique et leur pâte devient amorphe au moins dans certaines parties. En beaucoup de points on a affaire à de véritables laves qui ont coulé sur le fond du Synclinal ou sur ses flancs redressés : les porphyres pétrosiliceux ou felsophyres, qui terminent les éruptions porphyriques, sont les meilleurs types de ce dernier groupe.

Si on néglige les filons et quelques affleurements médiocres, les porphyres forment une seule masse, très étendue, déchiquetée au S., massive au N. Elle constitue la chaîne comprise entre l'Azergues et le Rhins et le large plateau montueux de Belmont, Chauffailles, la Chapelle-sous-Dun, d'où elle domine les granites du Roannais et du Charolais, au milieu desquels elle envoie même des prolongements saillants, des caps avancés, comme la butte de Montmélard. En cette région, éloignée des lieux prédisposés aux effondrements, les failles sont rares ; le relief est dû à l'érosion.

Quelquefois la microgranulite *se gorifie* et donne du sable. Mais le plus souvent elle doit à sa pâte homogène, compacte, quelquefois amorphe, une imperméabilité, une dureté, une résistance à l'érosion considérables. C'est le type même des roches massives. Son rôle géographique est extrêmement important. La terre qui résulte de sa décomposition est un mélange de sable et de cailloux, peu épais, très sec, très siliceux.

* * *

Tout le sol du Haut-Beaujolais est criblé de filons [1]) dont un grand nombre sont métallifères. Ils ont eu et ils ont encore une valeur notable pour l'industrie.

On peut négliger ceux de granulite et de porphyrite micacée, peu nombreux et peu importants.

Les principaux filons sont ceux du permien et du trias, en rapport avec les fractures de cette époque et alignés comme elles N.W. Beaucoup doivent leur origine à des sources thermales chargées de silice. Le quartz qui s'est déposé est très dur et il forme souvent de longues bandes en saillie.

[1]) V. Gruner, p. 166-260 — Michel Lévy. Bull. Soc. Géol. France. VII [3] — Roux, p. 125-127.

Les principaux filons, minéraux ou métallifères, sont ceux de :

1° Romanèche (quartz, barytine, fluorine, manganèse) ;
2° Croix-Rosier (quartz, barytine) ;
3° Ste-Paule (quartz) ;
4° St-Etienne-la-Varenne (fluorine) :
5° Les Ardillats (galène, cuivre, argent) ;
6° St-Julien, Légny, Blacé (manganèse) ;
7° Claveisolles (cuivre) ;
8° Arbuissonas (pyrite) ;
9° Monsols, Chênelette, la Nuiserie, Poule, Propières, St-Didier-sur-Beaujeu (plomb argentifère).

B. Bas-Beaujolais.

Le Bas-Beaujolais peut se diviser, nous l'avons vu, en deux sous-régions, géologiquement bien naturelles : le Beaujolais calcaire et le Beaujolais alluvial.

a. Beaujolais calcaire [1]).

Il forme trois masses séparées, très superficiellement, par les alluvions pliocènes et quaternaires. La première s'étend au Sud de l'Azergues, sur les territoires de Belmont, d'Oncin, de l'Arbresle. Les deux autres forment, de chaque côté de l'ancienne vallée tertiaire d'Alix, deux larges collines allongées N.S., dont l'une occupe en partie le canton du Bois d'Oingt et domine la rive gauche de l'Azergues, et dont l'autre borde la Saône au Sud de Villefranche et d'Anse.

Les deux massifs septentrionaux sont hachés par un faisceau en éventail de longues failles bien rectilignes et orientées du N.W. au N.N.E. sans compter quelques failles transversales. Il résulte de cette disposition que les mêmes

[1]) En dehors de nos constatations personnelles sur le terrain, nous nous sommes utilement servis d'un travail manuscrit de M. C. Michaud, qui se trouve à la bibliothèque de la Société des Sciences naturelles de Tarare. Sur le secondaire on peut consulter Depéret. Résumé, p. 65-70 — Risler, I, p. 243-252.

terrains réapparaissent par bandes grossièrement parallèles et plusieurs fois répétées. C'est ainsi que de Légny à Ville-sur-Jarnioux le lias reparaît 5 fois et de Châtillon à la Saône le calcaire à entroques 4 fois.

La complication est beaucoup plus grande dans le massif méridional. Les failles s'alignent dans toutes les directions et s'entrecroisent en tous sens. Certains paquets de terrains ont peut-être subi des mouvements de rotation. Aussi les diverses assises réapparaissent-elles d'une manière inattendue et inintelligible.

En dehors de ces trois grandes masses et plus au Nord, quelques lambeaux de secondaire, très peu importants, ont été épargnés par l'érosion le long de la Saône. Au Sud toutes ces formations se rattachent, par dessous les alluvions de l'Azergues, aux massifs secondaires du Lyonnais : Civrieux, Dardilly, Mt d'Or.

Les dépôts secondaires du Beaujolais, qui reposent directement sur le granite ou les schistes et exceptionnellement à l'Arbresle et à Ste-Paule sur le houiller comprennent tous les étages du trias au kimméridgien sur une épaisseur d'environ 400 m. Mais seuls le trias, le lias et, dans le jurassique, le bajocien et le bathonien ont de l'importance.

Toutes les assises, en parfaite concordance, plongent du côté de la Saône, vers laquelle elles ont basculé sans se plisser lors des mouvements alpins, en se décollant par failles du socle ancien qui se soulevait.

* * *

Le trias a 80 à 90 m d'épaisseur moyenne. En raison du plongement vers l'E., il affleure le plus souvent à l'W. des collines, immédiatement au dessus des schistes, qui constituent un premier niveau d'eau.

Il comprend d'abord 30 à 40 m de grès siliceux ou calcaires, rapportés au grès bigarré, d'une coloration vive qui varie du vert au rouge brique. Les grès calcaires se désagrègent facilement en sable ; au contraire les grès siliceux sont très durs et résistants et forment des escarpements. A Chessy les grès du trias sont imprégnés de pyrite avec azurite ;

ils renferment de magnifiques amas de carbonate de cuivre, connus sous le nom de *mine bleue* et dont l'origine doit être cherchée dans l'action de l'oxygène et de l'acide carbonique sur les pyrites des schistes anciens [1]).

Au dessus des grès une alternance de marnes colorées et de calcaires dolomitiques, produits de sources magnésiennes, et souvent caverneux (*cargneules*), représentent le *muschelkalk* et le *keuper*.

Par suite des bancs marneux, le trias, à l'exception des grès siliceux de la base, s'éboule facilement. Il donne une terre végétale épaisse, colorée, de composition mixte.

* * *

Le lias est épais d'environ 160 à 170 m. Les 5 étages sont représentés : rhétien et hettangien, peu importants, sinémurien, liasien, toarcien.

Le rhétien et l'hettangien sont formés de marnes, de calcaires et de grès calcaires. Le calcaire de l'hettangien est le *choin-bâtard* des carriers. Tous deux produisent un sol mixte.

Le sinémurien est surtout représenté par le calcaire à gryphées, épais de 20 m et que les carriers appellent *pierre grise*. Ce calcaire est formé de bancs réguliers de 0,15 m à 0,20 m d'épaisseur qui donnent de grandes dalles à la surface bosselée, à la coloration gris bleuâtre, due au sulfure de fer, parfois même noire par suite d'imprégnations bitumineuses, quelquefois aussi jaune sous l'action du feu, oxydé et passé à l'état de limonite. Le calcaire à gryphées est exploité comme pierre à bâtir et comme pierre à chaux. Il est dur et forme plus haut que les grès triasiques un deuxième ressaut sur le flanc W. des collines. Il donne une terre très calcaire mais corrigée par les éboulis des marnes supra-jacentes.

Au dessus vient la puissante formation, épaisse d'au moins 100 m, des marnes liasiennes et toarciennes, dont le rôle orographique, hydrologique et agricole est si important. C'est le grand niveau d'eau du pays. Facilement érodables, elles forment des pentes douces ou des vallées à concavité

---

[1]) Depéret. Résumé, p. 66.

molle, dont le sol argileux, ferrugineux surtout au sommet de l'étage, et en même temps calcaire et siliceux grâce aux éboulements des calcaires supérieurs et de leurs *chailles* est un des plus profonds et des meilleurs du pays et convient particulièrement aux prairies et à la vigne.

* * *

Le jurassique inférieur, seul bien développé, est nettement calcaire. Il comprend 3 termes, épais chacun d'environ 60 m ; le *calcaire à entroques* et le *ciret* du bajocien, la *grande oolithe* du bathonien.

Le calcaire à entroques ou *pierre jaune* est la principale pierre à bâtir du Bas-Beaujolais, où sa couleur fait des constructions un élément très caractéristique du paysage. Des sections de crinoïdes, transformées en calcite, lui donnent un aspect miroitant. Il renferme des rubans alignés de rognons siliceux, *chailles* ou *charveyrons*, qui une fois tombés donnent aux terres calcaires la silice qui leur manque. Il est très perméable, comme tous les calcaires ni marneux ni siliceux ; sa perméabilité naturelle est même exagérée par des fentes verticales ou *plataîrons*, causées par le froid et ayant souvent plusieurs mètres de profondeur. Le calcaire à entroques est relativement très dur ; au dessus des surfaces déprimées des marnes liaso-toarciennes, il forme le 3me ressaut des collines secondaires et le plus important. Les abrupts regardent l'W. et couronnent les crêtes, tandis qu'il incline doucement du côté opposé en constituant en grande partie la pente orientale des collines.

Le ciret est un calcaire marno-siliceux, gris bleu ou rose, moins résistant que le calcaire à entroques, très gélif, s'exfoliant facilement à l'air. Les érosions l'ont beaucoup entamé ; rarement il couronne des sommets ; il est plutôt à l'état de plaquage sur le versant doucement incliné du calcaire à entroques. Sa nature marneuse en fait un niveau d'eau, en même temps que la silice qu'il contient donne au sol formé par sa décomposition des propriétés mixtes.

La grande oolithe ou *pierre blanche de Lucenay*, très employée pour les constructions et pour la fabrication de la

chaux, est un calcaire blanc, oolithique, semé de *chailles* siliceuses. Sa nature oolithique le rend friable et facile à décomposer. Aussi, sauf le cas où il est ramené au jour entre deux failles, il affleure à l'E. sur la pente douce des collines, en s'étalant au dessus du calcaire à entroques [1]).

Le jurassique moyen est à peine représenté et n'a aucun rôle géographique. Le callovien se trouve à l'W. de La Chassagne et de Pommiers, l'oxfordien à St-Cyprien et à Lancié, le kimméridgien à Charentay. Tous trois sont calcaires, avec des alternances de marnes qui produisent des niveaux d'eau constants.

* * *

Au point de vue des applications, les différents étages secondaires peuvent être groupés en trois ensembles [2]) :

1° la masse gréso-calcaire inférieure ;
2° la série marneuse ;
3° la masse calcaire supérieure.

Mais, dans chacun de ces groupes, l'alternance des marnes et des calcaires et la présence des nappes d'infiltration a favorisé les éboulements. Les calcaires les plus durs eux-mêmes se désagrègent par la chaleur, l'eau, la gelée, le travail des plantes, lichens, mousses, *sedums*, potentilles, fétuques, et encombrent de leurs débris le pied de leurs escarpements et les champs marneux qui dévalent de là en pente douce.

L'érosion a, en conséquence, été à la fois très variée, a cause de la résistance très différente des diverses roches, et très régulière par suite de la succession des assises en bandes parallèles. Ces circonstances ont donné au relief, comme nous le verrons, un type tout à fait à part.

Les éboulements ont en outre mélangé les terrains. Les marnes du lias ont été entraînées par les eaux sur les calcaires de l'hettangien et du sinémurien, ainsi que sur les grès du

---

[1]) C'est aussi dans cette position, mais à l'W. que l'oolithe se trouve sur la rive droite du Sornin. V. Le Verrier. Note sur les formations, etc., p. 25.

[2]) Depéret. Résumé, p. 68-69.

trias ; les débris de la pierre jaune parsèment les terres argileuses du lias ; les *chailles* siliceuses se mêlent avantageusement avec les calcaires supérieurs. Il en résulte un sol mixte, à prédominance calcaire sans doute, mais où les éléments argileux et siliceux ne font pas défaut.

b. Beaujolais alluvial [1]).

Les alluvions forment une bande ininterrompue le long de la Saône, sur une longueur moyenne de 8 à 10 kilomètres, et se continuent par les formations similaires du Mâconnais et du Lyonnais. Elles pénètrent profondément, plus ou moins morcelées, jusqu'à plus de 20 kilm dans les vallées de la Mauvaise, de l'Ardières, de l'Azergues et dans la *vallée morte* du Bois d'Alix. Des lambeaux isolés se trouvent même au dessus de la Brevenne et de la Turdine, à des distances encore plus considérables.

Ces alluvions constituent une plaine bien régulière et horizontale, d'où s'élèvent insensiblement de bas plateaux, puis de faibles collines, qui viennent buter contre la barrière montagneuse ancienne. En général la hauteur ne dépasse pas une centaine de mètres au dessus de la Saône, qui coule à environ 170 m, ce qui donne aux plateaux et aux collines une altitude maxima de 250 à 275 m. Mais en certains points des apports torrentiels ont porté les alluvions à 350 m (Bois d'Alix) et même à 450 (près de Beaujeu).

Plaine, plateaux et collines sont les restes entamés par les érosions d'une série de terrasses correspondant, ainsi que nous l'avons vu, aux niveaux successifs occupés par la Saône depuis le pliocène supérieur. MM. Delafond et Depéret en donnent la liste suivante [2]) :

I.	Terrasse de	140 m.	Altitude :	310–320 m.
II.	»	110 »	»	275–280 »
III.	»	90 »	»	260–265 »

[1]) Sur le tertiaire, il faut surtout consulter Delafond et Depéret, *passim*.

[2]) Delafond et Depéret, p. 300–301. — V. planche II.

IV.	Terrasse	de 60 m.	Altitude :	230-235 m.
V.	»	40 »	»	210-215 »
VI.	»	25 »	»	190-195 »
VII.	»	10 »	»	182 »

En général les 6 premières sont rapportées au pliocène supérieur et la septième au quaternaire [1]).

Au dessous est le lit majeur de la Saône, envahi par les eaux à chaque inondation et où se déposent alors des alluvions modernes. Le niveau VIII correspondrait soit à la Saône, soit aux graviers de fond de la fin du quaternaire, qui sont recouverts par des dépôts plus récents [2]).

Les terrasses I et II n'existent qu'en Dombes ; toutes les autres se trouvent en Dombes et en Beaujolais.

On peut réunir les terrasses III, IV et V sous le nom de terrasses de Chagny, bien que ce nom s'applique en propre à la plus récente qui correspond au niveau général de la Bresse. Elles ont été en Beaujolais très morcelées par l'érosion et ne sont jamais continues sur de grandes étendues. Elles forment les collines et les plateaux et s'avancent plus ou moins profondément dans les vallées de la Mauvaise, de l'Ardières et de l'Azergues [3]).

Les terrasses VI et VII constituent la plaine de la Saône dans sa partie insubmersible.

La première est dite terrasse de Châlon St-Cosme [4]). Elle est continue et fort peu entamée ; elle s'étend de St-Romain près Romanèche jusqu'un peu au N. d'Anse, au dessus de Dracé, St-Jean d'Ardières, Taponas, Belleville, St-Georges de Reneins, et porte Arnas et Villefranche. Elle butte constamment contre les diverses formations du niveau de Chagny et ne s'engage pas comme les précédentes dans les vallées des rivières.

La terrasse VII [5]), continue tout le long du Beaujolais et,

[1]) Nous rappelons que MM. Delafond et Depéret inclinent à placer la terrasse de 25 m dans le quaternaire (p. 247-248).

[2]) Delafond et Depéret, p. 284-287.

[3]) Delafond et Depéret, p. 202, 214, 218-220.

[4]) Delafond et Depéret, p. 241-244.

[5]) Delafond et Depéret, p. 277-278.

pénétrant même un peu dans la basse vallée de l'Azergues, date de l'époque du recul des glaciers quaternaires. On l'appelle terrasse de St-Marcel-lès-Châlon et même quelquefois assez improprement terrasse de Villefranche. Elle est le pendant, suivant MM. Delafond et Depéret, de la terrasse de Villeurbaune sur le Rhône. Elle porte les localités de St-Symphorien, Dracé, St-Jean d'Ardières, Belleville, St-Georges de Reneins.

Ces terrasses ont été formées par la Saône. Mais, de l'œuvre propre des torrents locaux, il reste aussi des traces notables ; au pliocène supérieur en effet ils étaient incomparablement plus puissants que ceux d'aujourd'hui par l'abondance de leurs eaux et par la raideur de leurs pentes. Aussi leurs alluvions forment des plans très inclinés, sont surtout formées de cailloux et renferment même souvent de gros blocs.

Nous nous contenterons de signaler ces formations ; qui n'ont pas un rôle géographique bien spécial et qui ne font que prolonger jusque dans les vallées affluentes le régime alluvial de la vallée principale, L'une d'entre elles accompagne la la Mauvaise de Vauxrenard jusqu'un peu en amont de la Chapelle de Guinchay. Une autre longe la vallée de l'Ardières du hameau de St-Joseph (440m) à l'W. de Villié jusqu'à Cerrières au N. de Cercié ; cette grande traînée est rejointe à Quincié par la traînée secondaire de Lantignié et de Durette. Enfin de Frontenas (350 m) jusqu'au dessus de Villefranche une terrasse inclinée de cailloutis alluviaux marque la fausse vallée de Liergues et de Pouilly-le-Monial. En général ces formations d'origine locale se terminent à 260 m, au dessus du niveau de Chagny [1]).

* * *

Les alluvions de la Saône consistent surtout en sables et en graviers, avec d'assez nombreuses lentilles argileuses ou marneuses correspondant peut-être à la place d'anciennes *lônes*. Leur origine est diverse et leur composition assez variée.

Les alluvions beaujolaises sont formées de roches locales;

---

[1]) Delafond et Depéret, p. 209-212.

granites porphyroïdes, microgranulites, orthophyres, tufs orthophyriques, *cornes* vertes et rouges, quartz, grès du trias, *chailles* du bajocien et du bathonien [1]). En raison de la pente elles ne consistent guère qu'en cailloutis ; les galets sont en général mal arrondis, le transport ayant été court; on y trouve d'assez nombreux blocs de forte taille. Suivant leur ancienneté, elles sont plus ou moins consolidées en poudingue par un ciment de composition variable et plus ou moins colorées en jaune brun par l'oxyde de fer.

Quant aux alluvions modernes de la Saône, ce sont des limons argileux. Les rivières affluentes déposent surtout des cailloux et des graviers, comme tous les cours d'eau de montagne ; les sables et les argiles sont en effet entraînés par le courant.

* * *

Les terrains tertiaires [2]) du Beaujolais sont dans l'ensemble assez meubles ; l'érosion a eu beaucoup de prise sur eux, bien qu'elle ne s'exerce pas depuis très longtemps. Ils se sont laissé facilement découper en bloc isolés, auxquels la platitude primitive des terrasses a donné la forme de plateaux ou de collines à pentes très douces. Plus près de la Saône la plaine originelle est demeurée intacte.

Le sol est le plus souvent perméable ; ce n'est qu'en des points très localisés que les lentilles argileuses retiennent les eaux.

Le terrain, sablonneux, graveleux ou caillouteux, est *chaud* et toujours un peu sec. La terre végétale, en raison de l'origine très variable des éléments qui ont servi à la former, est chimiquement assez mixte, bien que la silice prédomine.

---

[1]) Delafond et Depéret, p. 219-220. V. planche V.

[2]) V. Depéret. Résumé, p. 76-79.

PLANCHE I.

Carte des affleurements des tufs porphyriques jalonnant le synclinal roannais beaujolais.

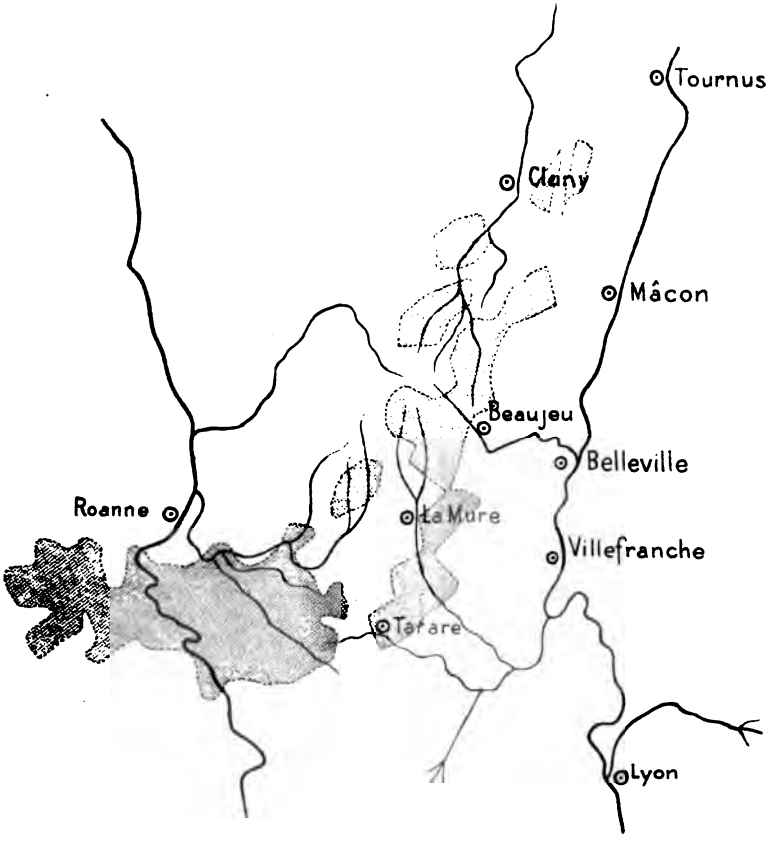
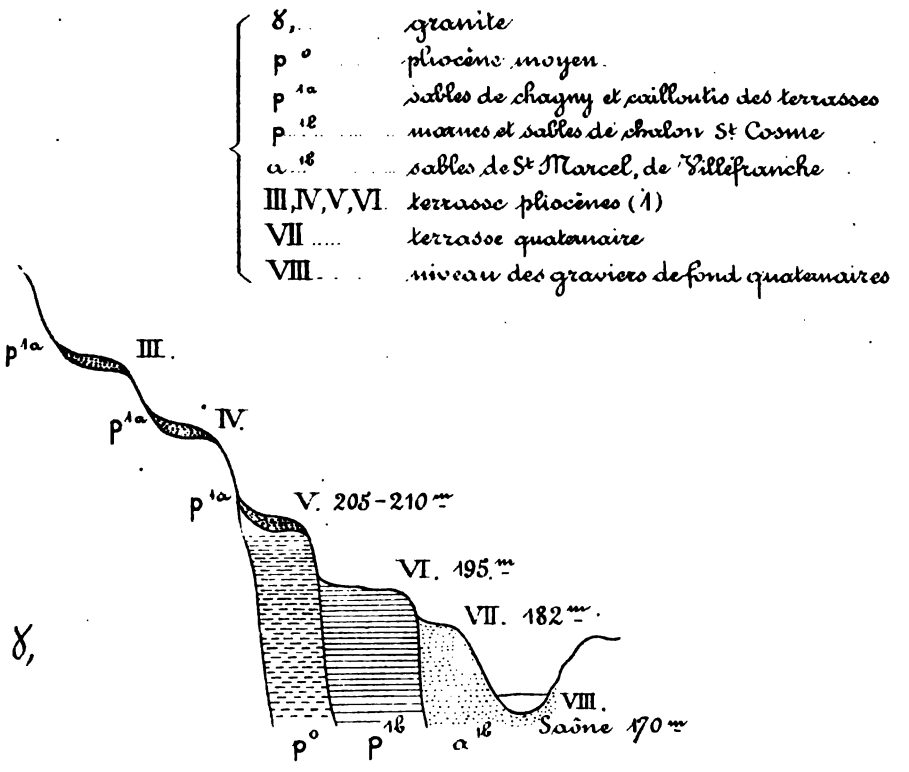


PLANCHE II.

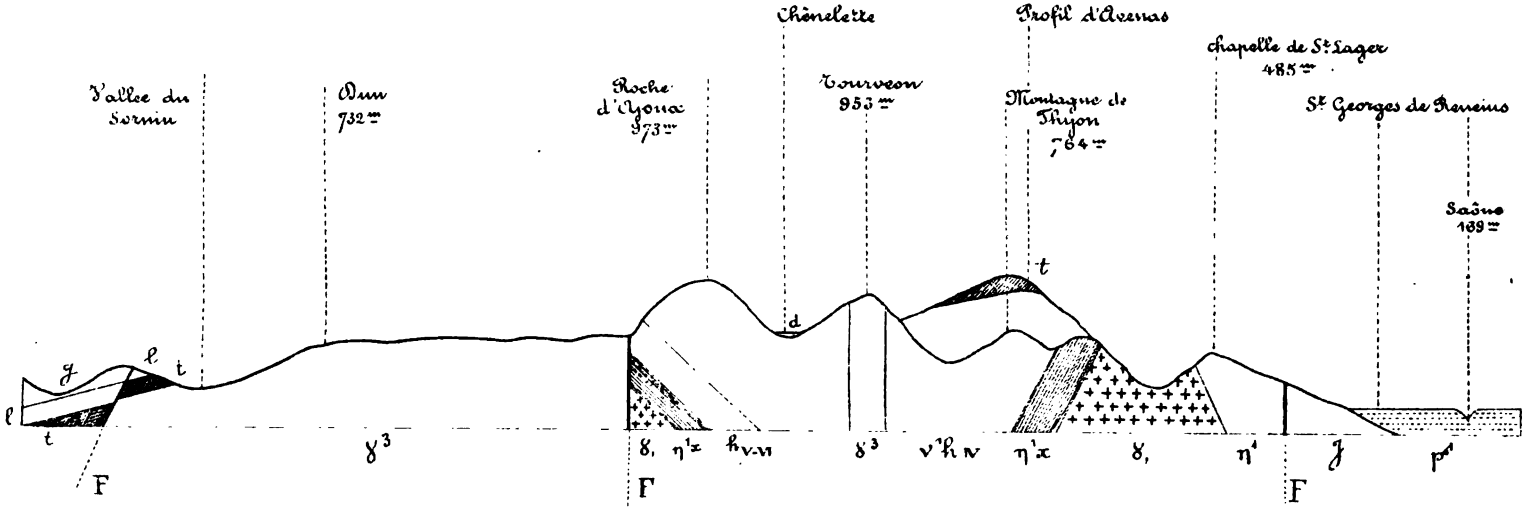
Coupe schématique des terrasses pliocènes et quaternaires du Beaujolais (d'après MM. Delafond et Depéret)



1. MM. Delafond et Depéret ne rangent plus la terrasse VI (terrasse de Chalon St Cosme, 190-195 m) dans le pliocène supérieur ; ils en font la première du quaternaire (V. p. 247.)

PLANCHE III.

Coupe geologique du Beaujolais de la chapelle-sous-Oun à St Georges de Reneins.
(d'après M. Michel Lévy) (1)

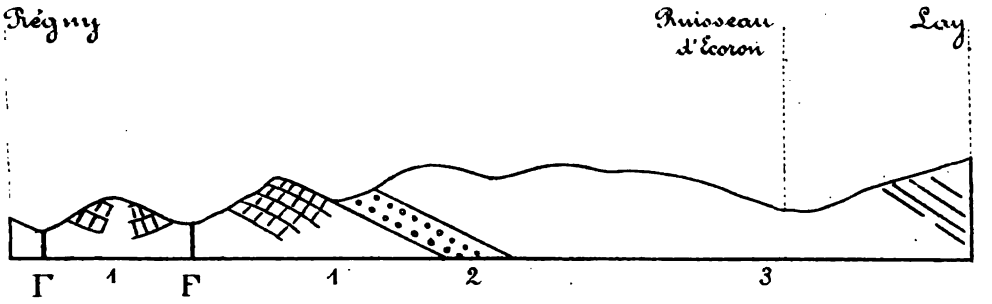


η^1	diorites et diabases	t	trias
γ_1	granite	l	lias
$\eta^1 x$	schistes amphiboliques	J	jurassique
$h_{V\ VI}$	carbonifère marin	p^1	phocène supérieur
$\nu^1 h_{IV}$	tufs orthophyriques	d	alluvions
γ^3	microgranulite	F	failles

1 Les hauteurs représentent 8 fois les longueurs

PLANCHE IV.

Coupe du carbonifère inférieur entre Lay et Régny.



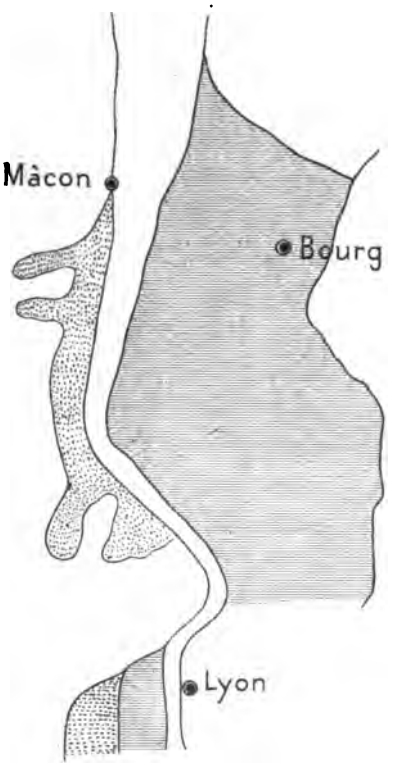
1— grauwacke calcareo-schisteuse avec lentilles de calcaire à Régny.

2— poudingue couronnant le carbonifère marin et le culm

3— tufs orthophyriques avec bancs d'anthracite à Lay

PLANCHE V.

Répartition des alluvions pliocènes dans la vallée inférieure de la Saône (d'après MM. Delafont et Deperet



Galets du Beaujolais et du Lyonnais (granites, porphyres, arkoses)

Galets alpins

alluvions de la Saône

LE TRAVAIL DES EAUX COURANTES:

LA TACTIQUE DES TOURBILLONS.

I. Ilots granitiques de la première cataracte du Nil.

II. Gorges du versant Nord des Alpes suisses.

PAR JEAN BRUNHES [1])

La théorie du creusement des vallées selon la loi de l'érosion régressive est définitivement établie: elle a permis une coordination logique des faits qui dirige et inspire aujourd'hui toute l'histoire, *générale* et *locale*, de l'origine et de la formation des vallées.

Mais si l'action, longtemps poursuivie, des forces naturelles, qui façonnent et modèlent la surface de notre terre, tend vers des formes-limites déterminées et pour ainsi dire inévitables, cette action n'est pas astreinte à se poursuivre selon une progression régulière, ni constante ni uniformément

[1]) Sur la demande qui m'en a été faite je reproduis ici en français, — avec un certain nombre de compléments, — les principaux faits, les documents photographiques et les conclusions générales d'un mémoire que j'ai publié en latin, cette année même, à un petit nombre d'exemplaires, et qui n'a pas été mis en vente: *De corticum opera, seu quo modo et quatenus aquae currentes per vortices circumlatae ad terram exedendam operam navent*, Friburgi Helvetiorum, typis Consociationis Sancti Pauli, 1902, in-8, 106 p. et 15 fig. — Voici quelques-unes de mes publications antérieures dont celle-ci est la suite: *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corrosion fluviales (Comptes rendus Acad. Sciences* [Paris], 14 fév. 1898; — *Sur les marmites des îlots granitiques de la cataracte d'Assouan (Haute-Egypte) (Idem,* 7 août 1899); — *Les marmites du Barrage de la Maigrauge*, avec un plan et 6 reproductions stéréoscopiques *(Bul. de la Soc. fribourgeoise des Sciences naturelles,* VII, 1899, p. 169-185); — *Sur un principe de classification rationnelle des gorges creusées par les cours d'eau (Comptes rendus Acad. Sciences*, 20 mai 1902).

variée : les forces naturelles produisent des actions de détail qui varient à l'infini avec l'espace et avec le temps ; tout en étant assujetties à des lois très simples et très générales, les eaux courantes produisent des effets d'aspect très variable, et les produisent avec des différences d'intensité telles que le temps nécessaire pour leur production peut être, ici, des jours, et là, des siècles. Dans cette marche incessante et inexorable vers cette régularisation du modelé qui aboutit à la « pénéplaine », les eaux courantes varient à l'extrême, selon les conditions géologiques et climatologiques, leurs modes d'action et l'allure de leur activité.

A propos des marmites fluviales, nous avons montré, comment dans un cas précis, où nous avons pu dater avec exactitude un phénomène de corrosion par les eaux courantes, il a suffi d'une période très brève pour la production d'importantes cavités : il a suffi d'une période de moins de 18 ans pour qu'un énorme trou, de plus de 3 mètres de profondeur et de 1 mètre de diamètre, admirablement régulier et poli, fût élaboré par les eaux tourbillonnantes [1]).

---

[1]) Je rappelle brièvement ces observations : Un peu en amont de Fribourg, on a construit un barrage, le barrage de la Maigrauge, pour déterminer une chute d'eau, industriellement exploitée ; la construction du barrage, commencée en 1870, a été terminée en 1872. On a creusé à la même époque, à travers le promontoire de molasse qui formait la rive convexe d'un méandre, un *canal de décharge* long de plus de 100 mètres, très légèrement incliné et qui se termine par une chute de 9 mètres. Ce canal, séparé du réservoir d'amont, dit Lac de Pérolles, par une chaussée de 0m,80 de hauteur, est relativement étroit par rapport à la surface du réservoir : les eaux y atteignent souvent la hauteur de 1 mètre ; lors de la crue exceptionnelle du 3 octobre 1888, les eaux s'y sont élevées au-dessus de 4 mètres. Toutes ces conditions étaient très favorables à la formation de tourbillons. — Au mois de novembre 1897, une sécheresse exceptionnelle m'a permis d'examiner comment les eaux avaient modifié le fond du canal. En vertu de cette considération que la surface du lit artificiel avait été établie en 1872 avec la régularité approximative d'un canal dont la pente était faible, il était facile de conclure que toutes les altérations de ce lit avaient été produites en moins de 25 ans. Or, j'ai reconnu et déblayé de nombreuses marmites dont la plus grande avait même comme diamètres d'ouverture 0m,535 et 0m,724, et

Toujours à propos des marmites fluviales, nous voudrions insister sur ce mode particulier de l'action corrosive des eaux courantes ; la marmite tourbillonnaire constitue une des péripéties du creusement des vallées ou de l'effondrement des seuils qui correspond à une de ces actions passagères mais extraordinairement puissantes des eaux courantes. Et peut-être n'a-t-on pas encore attribué à ce « procédé » spécial de l'eau mue en tourbillon toute l'importance qui lui revient dans la genèse des gorges et nous dirons aussi dans la genèse des vallées actuelles.

A l'appui de ces considérations générales, nous voulons étudier et rapprocher des faits, observés les uns dans la Haute-Egypte et les autres en Suisse, et qui représentent deux cas géographiques très différents, pour ainsi dire deux cas extrêmes : le cas d'un lit très vaste encombré par une protubérance rocheuse largement étalée, et le cas de canyons et de sillons très étroits et très profonds. Or, ici comme là, nos observations rendent manifestes, d'une manière exceptionnellement significative, les résultats immédiats de l'action tourbillonnaire [1]).

---

comme profondeur 1m,21. — De plus, dans le même site, vers l'extrémité d'aval du canal, sur la rive gauche, on avait construit, en 1879-1880, un petit canal étroit à échelons, appelé « échelle à poissons » ; les gradins étaient non pas horizontaux, mais légèrement creusés vers leur milieu, pour permettre aux poissons de pouvoir s'arrêter à chaque gradin : cette disposition a facilité le travail exécuté par l'eau, et, dans ces conditions, il est vrai, très favorables, d'énormes marmites ont été creusées ; l'une d'elles a les dimensions suivantes à la partie supérieure 0m,90 et 1 mètre ; et c'est un trou en forme de sac qui a 3m,27 de profondeur. (Voir, outre les articles précédemment cités : A. de Lapparent, *Marmites torrentielles* dans *La Nature,* 4 juin 1898, p. 3-6, avec 4 fig. d'après mes photographies).

[1]) Je tiens à signaler ici un travail récemment publié dans le *Bollettino della Società Geologica Italiana* (XXI, 1902, fasc. 1, p. 221-257, et Tav. viii), par Francesco Salmojraghi sous le titre : *Il pozzo detto glaciale di Tavernola Bergamasca sul Lago d'Iseo.* L'auteur préoccupé de démontrer que la caverne en question n'est pas une marmite glaciaire, ainsi que plusieurs géologues l'ont prétendu, s'est donné la peine de faire une étude minutieuse de toute la littérature des marmites : et une partie de son mémoire doit être regardée comme le meilleur histo-

I. Les îlots granitiques de la première cataracte du Nil.

Un grand noyau granitique apparaît de part et d'autre de la fosse d'effondrement de la Mer Rouge, — comme s'élèvent de part et d'autre de la dépression rhénane les Vosges et la Forêt-Noire. Ce noyau, en se soulevant, a gêné et modifié l'ancien cours quasi rectiligne du Nil. Le lit du Nil s'est trouvé rejeté vers l'Ouest, et le Nil décrit aujourd'hui cette grande boucle qui va de Abou-Hammed jusqu'à Assouan. Et du même coup le profil du Nil s'est trouvé altéré: en plus d'un point les ramifications de ce grand noyau granitique ou les accumulations des sédiments de grès qu'il supporte ont constitué comme des barres que le fleuve a dû péniblement entamer et franchir. Ces barres, plus ou moins larges, plus ou moins saillantes qui interrompent la régularité du cours, constituent les rapides qu'on appelle des *cataractes*.

Les cataractes du Nil, en effet, ne sont pas des chutes d'eau comme les cataractes du Niagara, mais de simples rapides ; à la première cataracte du Nil, le fleuve descend seulement de 5 mètres sur un parcours de 5 kil. ; c'est une pente de 1 mètre par kilomètre, une pente de $\frac{1}{1000}$ [1]).

Les cataractes du Nil, vues d'un point élevé, aperçues au plan, sont tout à fait comparables, comme dessin d'ensemble, au dessin de certains rapides des torrents des Alpes que l'on peut observer sur les versants raides des grandes vallées ; par exemple, j'ai été frappé de cette ressemblance frappante en me trouvant sur la rive gauche de l'Aar, dans la haute vallée, en face du torrent qui vide le Gelmer See et qui vient se jeter dans l'Aar, sur la rive droite : les eaux blanches d'écume, qui descendent le long du versant se divisent en une multitude de

---

rique que nous ayons actuellement de la question de ces formes d'érosion tourbillonnaire ; une abondante biographie infrapaginale confirme la valeur de cet historique (voir p. 221-243).

[1]) Voir A. Chélu, *Le Nil, le Soudan, l'Egypte*, Planche N° 31, face à la p. 66.

petites lignes blanches formant comme un réseau enchevêtré, et que séparent les îlots irréguliers des blocs noirs : c'était comme la reproduction très réduite, la reproduction en miniature, du réseau enchevêtré des chenaux blancs d'écume et de la multitude des îlots noirs éparpillés qui constituent en particulier la seconde cataracte du Nil, celle dite de Wadi-Halfa, telle qu'elle est aperçue du haut du rocher d'Abousir.

Le fleuve travaille sans cesse à démanteler ces obstacles et la multitude de petits îlots noirs qui parsèment, aux basses eaux, les cataractes revèlent ce travail d'usure. Si l'on approche de ces îlots, si on les observe de près, il apparaît encore plus nettement que ce ne sont que des ruines condamnées à une ruine complète. Leur surface — quoique toujours polie par les eaux, et en général recouverte d'une sorte de vernis noir qui les fait luire au soleil comme des masses de métal poli [1]) — est en réalilé très irrégulière ; elle présente tantôt de grosses protubérances arrondies comme des genoux, tantôt des cavités également arrondies, profondes et nombreuses. Ce sont ces cavités qui doivent ici nous occuper.

Quelques voyageurs ont signalé ces formes caractéristiques ; voici comment les décrit E. de Gottberg, qui visita le Nil nubien en l'année 1857, année où les eaux du Nil furent particulièrement basses, ce qui facilita ses observations ; quoiqu'il ne désigne pas ces phénomènes par leur nom, il les explique assez exactement : « Le Nil, pendant sa crue, charrie auprès et au milieu des cataractes des cailloux qui sont parfois arrêtés par les rochers. Si le courant est assez fort dans cet endroit, bien qu'il trouve dans le rocher un empêchement au transport de ces cailloux. il ne cesse de les remuer, les fait tourner sur eux-mèmes et décrire à la fin un cercle, qui, par la force du frottement, fait un petit creux dans le rocher. D'autres cailloux viennent remplacer ceux qui, tout en perforant le roc, ont fini par s'user eux-mèmes, de sorte que d'année

[1]) Voir Johannes Walther, *Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung* (Leipzig, Hirzel, 1891), p. 109 et sqq. Die braune Schutzrinde ; et Idem, *Das Gesetz der Wüstenbildung* (Berlin, Reimer, 1900), p. 21-24.

en année cette excavation est agrandie. Elle prend peu à peu la forme d'un cylindre creux, quelquefois d'une régularité parfaite, de 2 à 3 mètres de profondeur sur 1 de diamètre.... Les Nubiens qui habitent près des cataractes se servent des débris de ces cylindres comme d'ustensiles de ménage pour broyer leurs grains dans ces creux, ou bien en guise de plats. » [1])

Et dans les *Notes* remarquables que Charles Grad a publiées dans l'*Annuaire du Club alpin français* en 1887 [2]), et qui valent toutes les descriptions des cataractes données depuis lors, il établit un très heureux rapprochement entre ces curieuses « marmites » des îlots du Nil et les marmites glaciaires : « A première vue, ces cavités rappellent la formation des marmites sous les glaciers, quoique les glaciers ne se soient jamais avancés sur ce point de la vallée du Nil. » (P. 291.)

Il faut d'abord se rappeler que le Nil présente des conditions hydrologiques exceptionnelles, et possède une arme terrible pour détruire les obstacles qui lui résistent, le volume énorme de ses eaux. A Assouan, à la première cataracte, le volume des basses eaux varie entre 210 et 1300 mètres cubes par seconde, avec une moyenne de 410 mètres cubes par seconde ; le volume des hautes eaux varie de 6500 mètres cubes à 13200 avec une moyenne de 10000 mètres cubes par seconde. Qu'on songe que ce maximum de 13200 mètres cubes par seconde représente un flot supérieur à 1 milliard de mètres cubes par jour (exactement mc. 1,140,480,000).

Et les conditions hydrologiques du Nil sont également bien faites pour favoriser l'observation des effets produits par l'eau ; tous les ans le flot énorme de la crue passe et travaille, puis se retire ; et en particulier à l'endroit des cataractes on voit réapparaître à la surface quelques-uns de ces récifs com-

---

[1]) E. DE GOTTBERG, *Des cataractes du Nil et spécialement de celles de Hannek et de Kaybar*, Paris, imp. Simon Raçon, 1867, in-4°, 60 pages et Planches I-V (cartes), p. 13.

[2]) *Descente des cataractes du Nil, notes de voyage*, février 1886, dans *Annuaire du Club alpin français*, 14e année, 1887, p. 282-341.

plètement recouverts par l'eau de la crue. Il convient d'indiquer aussi combien grande est la différence de niveau entre les hautes et les basses eaux. Prenons encore l'exemple d'Assouan ; on observe une différence de niveau qui est au moins de 6m,50 et qui peut atteindre jusqu'à 9 mètres [1]). W. Willcocks, sur la planche 7 de son livre, a figuré par des courbes le tracé des variations du niveau du Nil à Assouan durant des années où les eaux ont été très hautes, comme 1874 et 1878, et durant des années où elles ont été basses, comme 1877 ; durant l'année 1878, la différence entre le minimum du mois de juin et le maximum de la fin de septembre dépasse 9m,50 [2]). De plus, W. Willcocks a tracé une courbe représentant pour chaque mois de l'année la hauteur moyenne de dix années de 1874 à 1883 ; cette courbe moyenne nous donnera un utile enseignement ; or, entre le niveau le plus bas et le niveau le plus élevé, il y a une différence de 7m,75. Retenons bien les évaluations moyennes : 10,000 mètres cubes par seconde s'écoulent ainsi pendant 20 jours environ durant le mois de septembre ; puis, sept ou huit mois plus tard, on peut observer le travail qui a été opéré par l'eau à 7 mètres au-dessous du plus haut niveau ; où trouverons-nous un pareil théâtre nous permettant de voir aussi facilement comment les grandes masses d'eau peuvent modifier les roches sur lesquelles elles passent ? On doit donc supposer avec raison que le Nil peut fournir à l'observateur des cas exceptionnels.

On comprendra également pourquoi l'on devra choisir sur le cours du Nil l'une des cataractes ; car c'est là d'abord que les îlots subsistant s'élèveront assez au-dessus du fond du lit pour dominer les eaux quand celles-ci sont basses ; et en second lieu la multiplicité des écueils brise le courant, crée des courants contraires et multiplie le nombre des tourbillons ; cette même cause en augmente du même coup l'intensité et la puissance. En un même lieu, les tourbillons d'une masse d'eau extraordinairement considérable acquièrent une force

---

[1]) W. Willcocks, *Egyptian Irrigation*, 2. edit., p. 39.

[2]) Voir la planche indiquée face à la p. 31.

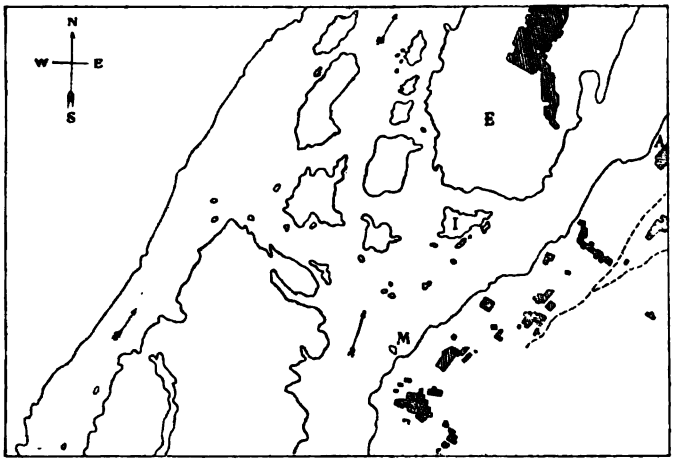
extraordinaire ; et tout se trouve disposé pour nous permettre de constater tous les ans les effets qui ont été produits durant la précédente saison de crue. Il convient donc d'examiner ces saillies rocheuses d'Assouan qui, pendant une période de l'année, constituent le fond d'un courant d'eau très profond, et qui, pendant une autre période, reparaissent ainsi à la surface des eaux : ce seront là des lieux d'élection pour l'étude des formes tourbillonnaires.

Nous avons la bonne fortune de posséder maintenant une excellente carte en 6 feuilles de la cataracte d'Assouan à 1:10.000, carte qui a été dressée par les soins du Département des Travaux publics d'Egypte (Survey Departement Public Works Ministry) et qui a été publiée au Caire en 1900 [1]). C'est en contrôlant nos croquis personnels par les données rigoureuses de cette carte que nous avons pu dresser le carton qui est joint au présent exposé (p. 161).

Parmi les îlots de la cataracte, quelques-uns indiquent d'une manière plus claire que tous les autres la tactique générale des mouvements tourbillonnaires. Entre tous, un petit îlot, situé vers l'aval de la cataracte un peu en amont de l'île

---

[1]) *First or Assuan Cataract*, Sheet A.-F. On doit seulement regretter que le figuré du relief ne repose pas également sur un levé rigoureux, et soit indiqué par des courbes approximatives. Sur cette carte sont indiquées en vert les parties des rives du Nil ou les îles de la cataracte qui sont mises en culture. — W. Willcocks, dans Government of Egypt, Ministry of Public Works, *Perennial Irrigation and Flood Protection for Egypt, Plans, Atlas*, 1 vol. in-fol., 1894, avait publié un plan à 1:10000 de la partie méridionale de la cataracte (Plate N° 8, *Plan of the Assuan Cataract)*, repris en réduction dans *Egyptian Irrigation*, 2. edit. *Sketch showing the Position of the Assuan Dam* (p. 439) ; mais il ne s'agissait là que d'une partie de la cataracte. — Auparavant A. Chélu (*Le Nil, le Soudan, l'Egypte*, Paris, Chaix et Garnier, 1891) avait donné une carte de la première cataracte à 1:80000 planche N° 31, p. 66) ; Bædeker dans son guide *Egypte* une carte à 1:100,000 (voir édition française, 1898, p. 333) ; et Joanne dans son guide *Egypte* (Paris, Hachette 1900, 3 vol.) une petite carte (III, p. 564) qui paraissait plus correcte ; mais les indications de ces diverses cartes n'étaient pas concordantes, et elles ne reposaient pas sur des levés rigoureux.



PARTIE AVAL DE LA CATARACTE D'ASSOUAN, A 1:20.000

M = Ilot des Marmites. — A = extrémité du village d'Assouan. — E = Ile d'Eléphantine. - I = Ilot appelé « Isenarté. »

d'Eléphantine représente avec une singulière netteté le mode d'opérer des eaux. C'est pourquoi j'ai pris la liberté de donner à cet îlot une importance qu'il n'avait jamais eue en l'appellant l'*Ilot des Marmites*. Qu'on veuille bien se reporter aux figures 1, 2, 3 et 4, et l'on constatera que cet îlot mérite en vérité de devenir classique, tant il manifeste d'une manière saisissante le travail de la corrosion !

La figure 1 représente l'ensemble de l'îlot vu du sud ; cet îlot mesure 30 mètres de l'est à l'ouest, et 18 mètres du nord au sud ; le point le plus élevé est à environ 13 mètres au-dessus du niveau du Nil, tel qu'il était lorsque la photographie a été prise (premiers jours du mois de mars 1899). La figure 2 représente l'îlot toujours vu du sud mais de plus près ; on commence à y discerner clairement la complication des formes entrecoupées et des lignes entrecroisées ; mais c'est en s'approchant encore davantage, en faisant le tour de l'île que l'on constate l'étrange bizarrerie de ces rochers nus et lisses ; les figures 3 et 4 montrent certaines portions de l'îlot, telles qu'on peut les voir si l'on fait le tour de l'île sur une petite barque.

J'ai abordé enfin sur l'îlot, et je l'ai gravi jusqu'à son petit sommet; on peut voir sur la figure 5 comment se termine ce petit sommet; la partie qui est représentée sur la figure a 2 mètres de hauteur. Sur tout l'îlot d'ailleurs les marmites ou lambeaux de marmites sont à la lettre innombrables; l'îlot semble avoir été perforé en tous sens comme à l'emporte-pièce : c'est un spectacle vraiment admirable que ce bloc de granit si dur ainsi percé de part en part, et en tous points, par le travail de l'eau.

Il est aisé d'expliquer pourquoi les cavités, sur l'Ilot des Marmites, sont d'abord aussi nombreuses, en second lieu de dimensions si variées, et en troisième lieu formées en des sens relativement si différents. Cela vient des conditions hydrologiques que nous avons exposées plus haut : Les tourbillons sont produits par un flot qui ne reste pour ainsi dire jamais constant; tantôt le flot monte allant vers la crue, tantôt il décroît; et dans un cas comme dans l'autre les tourbillons produits par un flot sans cesse modifié sont eux-mêmes sans cesse modifiés; ils durent peu; ils restent peu à la même place : et pendant le temps qu'ils durent en restant à la même place, ils changent encore d'intensité; les tourbillons sont donc éphémères, très variables, et ils succèdent rapidement les uns aux autres.

De plus, les tourbillons sont si variables et si éphémères que beaucoup des marmites d'Assouan devront être interrompues avant d'être complètement achevées. Or, par la forme du fond de la marmite, il est aisé de reconnaître, on le sait, qu'une marmite est inachevée. Depuis longtemps on avait constaté que les fonds des marmites affectent deux formes principales. G.-K. Gilbert, dans ses très belles études sur le grand canyon du Colorado, a insisté sur cette différence. Les marmites, dit-il en substance, sont innombrables non seulement dans le lit même du cours d'eau, mais sur les parois verticales de la vallée; et comme ces dernières ont été très souvent coupées en deux par les progrès de la démolition de ces parois, on peut aisément observer comment elles sont façonnées à l'intérieur; et voici comment Gilbert décrit les

deux types : « La forme la plus simple est celle de l'éprouvette du chimiste *(chemists'test-tube)*, cylindre légèrement évasé à la partie supérieure et se terminant à la base par une coupe hémisphérique *(hemispherical cup)* ; dans l'autre forme, une bosse ou un bouton rond *(round boss or knob)* s'élève au centre de la coupe de base »[1]).

Disons tout simplement que le fond d'une première catégorie de marmites est concave, et que le fond d'un second groupe se termine par une saillie de forme conique entourée par une dépression annulaire ; dans ce dernier cas les différents points qui marquent le fond de la dépression ne sont jamais sur un même plan horizontal ; la courbe est spiraliforme.

On avait souvent et longtemps considéré ces deux groupes séparément ; je me suis efforcé de les relier l'un à l'autre, et c'est l'un des objets principaux du mémoire que j'ai précédemment publié : *Les marmites du Barrage de la Maigrauge.* J'ai démontré que lorsqu'une marmite se termine par un fond concave, c'est qu'elle est achevée ou près de l'être. A chaque tourbillon correspond une certaine forme de marmite vers laquelle tend le travail du tourbillon, de même que le travail général du cours d'eau tend vers cette pente qu'on appelle « profil d'équilibre » ; le rayon de giration d'un même tourbillon et qui reste semblable à lui-même va toujours en diminuant à mesure qu'il descend, et il y a un point où ce rayon est égal à 0 ; en ce point le tourbillon travaille au centre du trou qu'il a créé, et c'est par une cavité concave au centre qu'il terminera son œuvre s'il en a le temps. Au contraire, lorsqu'une marmite se termine par un petit cône central plus ou moins surbaissé et entouré d'une dépression, elle doit être

---

[1]) G. K. Gilbert, *Report on the Geology of portions of Nevada, Utah, California, and Arizona,* in Engineer Department, United States Army, *Report upon geographical and geological Explorations and Surveys West of the one hundredth meridian in charge of First Lieut.* Geo. M. Wheeler (rapport ordinairement appelé *Wheeler's Report)*, vol. III, *Geology* (Washington 1873), p. 73 ; voir aussi la figure *Typical forms of pot-holes in the granite of the Grand Canon.*

regardée comme inachevée ; le tourbillon s'est arrêté en plein travail, parce qu'il a été interrompu, soit par un affaiblissement trop grand du flot du fleuve, soit par une invasion trop brusque de galets ou de sable qui l'a étouffé en plein développement [1]).

Il est donc naturel que le plus grand nombre des marmites d'Assouan appartiennent au second groupe, et présentent une saillie conique sur leur fond.

Tel est bien le résultat de mes observations ; au premier moment, quand je parcourais les îlots de la cataracte, je confesse que j'étais un peu surpris, en déblayant un grand nombre de marmites, de trouver au fond de *presque toutes* la saillie conique. J'avais jusqu'alors exclusivement observé des marmites soit fluviales soit glaciaires dans l'Europe occidentale et centrale, et l'on sait que le type le plus fréquemment rencontré est le type à fond concave et non le type à fond conique.

En vertu des mêmes causes qui expliquent que la forme à fond conique prédomine à Assouan, on peut comprendre aisément que dans les régions qui ont été longtemps recouvertes par les glaciers et qui sont parsemées de ces marmites, ce soit exactement l'inverse que l'on constate. Les glaciers se meuvent et se déplacent ; mais avec quelle lenteur si on les compare aux cours d'eau ! Les tourbillons que produisent les eaux de fusion restent longtemps à peu près à la même place ; et c'est à peu près aux mêmes endroits que les tourbillons se

---

[1]) C'est par une étude de la forme même des marmites qu'on peut arriver à une classification rationnelle ; il me paraît contestable de faire comme beaucoup ont fait et comme le propose encore F. Salmojraghi dans le travail cité plus haut (*Bol. Soc. Geol. Italiana*, XXI, 1902, p. 248, n. 7), c'est-à dire de classer les marmites par rapport aux causes qui les ont produites — fluviales ou glaciaires — ce qu'il n'est pas toujours facile et sûr de discerner, et ce qui ne peut être déduit de tel ou tel caractère distinctif de la marmite elle-même. La prudente remarque de Heim reste toujours vraie : « Il y a bien plus de marmites de géants qui n'ont rien à faire avec la période glaciaire que de celles qui ne peuvent être expliquées que par l'action des glaciers. » (*Handbuch der Gletscherkunde*, p. 545.)

produisent toujours [1]) ; bref, un trou qui a été commencé par un tourbillon est travaillé assez longtemps pour être achevé ; et si le tourbillon qui a commencé le travail s'affaiblit ou disparaît pour une cause quelconque, il est probable que d'autres tourbillons surviendront qui reprendront le travail et l'élaboreront complètement. Et voilà pourquoi dans les pays glaciaires le fond d'une marmite est — non pas nécessairement mais la plupart du temps — creux et non relevé ; il ressemble au fond d'une vraie marmite ordinaire. Qu'on examine les marmites qu'a fait déblayer le prof. Heim au Gletschergarten de Lucerne, ou celles qu'a fait déblayer le prof. Steffens au col de Maloja, qu'a décrites Tarnuzzer [2]) et que j'ai moi-même étudiées au mois de juillet 1898, ou celles qu'a étudiées le prof. Partsch dans le Riesengebirge : partout on reconnaîtra le même fait général : comme il s'agit de tourbillons produits par les glaciers, ces tourbillons ont eu le temps de faire aboutir leur action jusqu'à la forme complète, jusqu'à la forme à fond concave ; et c'est cette forme que l'on observe presque en tous les points [3]).

---

[1]) Nous ferons remarquer que nous parlons indistinctement ici des tourbillons produits par les « moulins de glaciers » et de ceux qui sont produits par les torrents sous-glaciaires ; on sait qu'il s'est élevé autour de cette question un long débat, dont l'intérêt est bien réduit, depuis qu'il est prouvé que certaines marmites même énormes peuvent être formées en des périodes de temps très brèves ; et il est vraisemblable que les cascades de moulins de glaciers aussi bien que les rapides des torrents sous-glaciaires engendrent les unes comme les autres de puissants tourbillons et par suite déterminent les unes comme les autres des séries et des groupes de marmites.

[2]) *Die Gletschermühlen auf Maloja*, Chur, Casanova, 1896, 29 p., extrait du *XXXIX. Jahresbericht der Naturfors. Ges. Graubündens.*

[3]) Les marmites ainsi travaillées en plusieurs fois par plusieurs tourbillons ont tout naturellement des formes oblitérées et vieillies ; et de même que le fond est arrondi, de même les spirales, les pas de vis qui sont parfois si beaux et si nets sur les parois des marmites récemment formées, tendent à disparaître de plus en plus ; j'ai déjà exposé cela ailleurs, et je n'y reviens pas (voir *Les marmites du Barrage de la Maigrauge*, p. 8 et 9). Toutefois il y a des marmites glaciaires qui ont conservé de magnifiques pas de vis sur leurs parois, et cela se voit à Lucerne comme au col de Maloja : voir, par exemple, la marmite N° 6

En ce qui regarde les marmites à fond conique de la cataracte du Nil, il est bon de donner ici quelques-unes des mesures que j'ai pu faire : ces chiffres montreront à quel point peut être saillant ce vrai petit pic qui se dresse parfois au fond des trous créés par l'eau. J'ai observé, par exemple, sur l'Ilot des Marmites, une marmite qui avait 1 mètre de profondeur et dont le monticule du fond avait $0^m,23$ de hauteur ; c'est dire que son sommet arrivait presque jusqu'au quart de la hauteur totale ; si l'on ajoute que les plus grands diamètres

---

du *Gletschergarten* à Lucerne et l'une des marmites *Charles-Edouard* de la Maloja, dont on trouvera une reproduction stéréoscopique dans Jean Brunhes, *Un nouveau procédé de reproduction appliqué à l'étude et à la représentation des faits géographiques, Phototypie stéréoscopique (avec dix planches stéréoscopiques)*, in *Etudes Géographiques*, I, fascicule 1, planches 4 et 5. Il est facile de comprendre que certaines marmites glaciaires ont pu être élaborées très vite, puis, par suite de conditions exceptionnelles, conservées telles quelles dans leur première intégrité. — Au reste, quand nous parlons de *permanence* des tourbillonons en certains passages déterminés sous le lit des glaciers, et de *répétition* persévérante de l'action tourbillonnaire dans des trous déjà creusés, cela est relatif, et cela ne veut pas dire que les tourbillons sous-glaciaires restent longtemps *identiques à eux-mêmes*, sans changer ni de direction ni d'intensité ; au contraire, nous pensons exactement l'inverse. Malheureusement, on n'a pas encore pu observer d'une manière suivie comment se comportent les tourbillons sous les glaciers ; du moins J. Vallot a fait des observations intéressantes en 1896 sur la formation des moulins dans l'épaisseur même du glacier de la Mer de glace au Mont-Blanc, et en résumant ses observations, ainsi que celles qu'a faites Fontaine en 1897, il insiste sur la complication des formes de la cavité des moulins, et il dit en propres termes : « *Cette exploration est très instructive. Elle montre d'une façon certaine que le moulin se forme à la faveur d'une crevasse, dans laquelle il peut se déplacer par suite des moindres variations accidentelles, ce qui provoque la formation de poches successives et l'abandon d'une cavité pour une autre située dans un endroit devenant plus favorable.* » (J. Vallot, *Exploration des Moulins de la Mer de glace*, in *Spelunca, N° 16* [*Bulletin de la Soc. de Spéléologie, 4e trimestre 1898*], *p. 175* ; voir aussi *Coupe d'un moulin, p. 174.*) Cette mobilité des « Moulins » entraîne comme conséquence l'intermittence des tourbillons produisant des marmites au pied de ces cascades ; et l'on pourrait en dire autant des tourbillons qui sont produits par les torrents sous-glaciaires.

du trou étaient $0^m,36$ et $0^m,43$, on s'imaginera facilement combien était pointue et aiguë, par rapport à l'ensemble du trou, la pointe inférieure.

Veut-on un autre exemple pris sur un autre îlot voisin de l'Ilot des Marmites : la partie qui restait de la marmite avait comme profondeur maxima $0^m,20$, et les deux diamètres en croix avaient $0^m,18$ et $0^m,27$; à la base se dressait un piton de $0^m,09$: qu'on se reporte d'ailleurs à la fig. 6. On voit que ce fond ressemble tout à fait à un vrai fond de bouteille.

Dans la plupart des cas, cela va sans dire, le monticule du fond était moins grand que dans les deux exemples que je viens de donner. Mais je répète qu'il y avait presque toujours dans les marmites des îlots de la cataracte un pareil monticule. — Cette forme de monticule conique était même prise par le sable accumulé dans certaines marmites encore pleines ; le soleil avait rapidement évaporé l'eau, et le sable séché et durci avait précieusement conservé la forme que lui avait imprimée le dernier effort du tourbillon disparu ; c'est ainsi que j'ai observé, entre autres exemples, une petite marmite dont les deux diamètres à la partie supérieure étaient $0^m,22$ et $0^m,18$, et dont la profondeur jusqu'à la surface du sable qui la remplissait était de $0^m,20$; le sable formait un petit renflement très régulier et le sommet de ce cône surbaissé dominait de 5 centimètres la dépression qui l'entourait.

Enfin, si l'on pouvait encore douter que cette forme fût bien la forme caractéristique, la forme normale des marmites *inachevées* et *interrompues*, je citerais une autre série de faits que j'ai reconnus à Assouan, et qui sont encore dus à la configuration spéciale de ces îlots ainsi percés en tous sens par l'eau des crues.

Il se produit en effet là un fait qui est plus rare ailleurs : les tourbillons sont si fréquents, et par suite les marmites sont si nombreuses dans le voisinage les unes des autres que les cloisons usées de plus en plus arrivent à être très minces ; elles sont souvent si minces que tout à coup sous la poussée de l'eau elles s'écroulent. Les marmites sont ainsi brusquement entrouvertes : elles sont, si l'on peut ainsi dire,

éventrées. Et l'on peut observer que ces cloisons ont été brusquement rompues en examinant de près les bords de ces cassures; là la roche n'est ni lisse ni noire, — encore moins lisse que dans les parties basses des marmites le plus récemment formées. Grâce à cette couche noire d'altération superficielle dont nous avons parlé plus haut et qui arrive à la longue à transformer en parois lisses et noires les parois rugueuses et rouges du granit à gros grains, il est possible de juger, sinon de l'âge absolu des surfaces mises à jour, du moins de l'âge qu'elles ont les unes par rapport aux autres, de leur âge relatif. Et l'on constate que, sur les lèvres de ces cassures, non seulement il n'y a point ce vernis noir, cette couche d'altération, mais elles sont irrégulières et rugueuses ; on voit qu'elles n'ont pas été travaillées et polies par le même agent que les parois ou le fond des marmites ; et elles apparaissent ainsi comme encore plus récentes que ces surfaces intérieures, et différentes d'elles. — Il y a bien eu, dans ce cas, cassure brusque et non pas usure lente.

Puisque ces marmites ont été brusquement entrouvertes, les tourbillons qui étaient en train de les produire ont été brusquement interrompus. Ce sont là des cas indiscutables d'interruption soudaine du tourbillon formateur. Or, quelle est la forme du fond de ces marmites inachevées? J'en ai examiné de près environ 50 de cette espèce sur les îlots d'Assouan et toutes ces marmites, brisées en pleine formation, présentaient précisément la forme de marmite à fond conique, c'est-à-dire la forme que j'appelle et à bon droit la forme normale de marmite interrompue.

Imaginons un autre mode encore plus curieux d'interruption d'une marmite. La marmite a été non seulement commencée mais partiellement élaborée dans un mamelon de granit ; elle se présente sous la forme d'une sorte de cheminée aux parois lisses creusée assez profondément dans la roche : tout à coup un courant plus violent du fleuve survient qui détache et emporte la partie supérieure de l'îlot, qui découronne le mamelon ; et la marmite est ainsi coupée en deux : une partie appartient au bloc qui est entraîné, et l'autre partie, la partie inférieure,

reste sur la partie subsistante de l'îlot mutilé. Si l'on nous a permis tout à l'heure de parler de marmites éventrées, on nous permettra de dire en parlant de cette autre série de marmites qu'elles sont décapitées ou tronçonnées. Le cas que nous avons imaginé se trouve plus d'une fois réalisé à Assouan ; on sait qu'il y a dans le granite des fentes que l'on appelle des « joints » ; souvent le flot du Nil entraîne tout ce qui dépasse un de ces joints horizontaux : et l'on trouve sur ces surfaces horizontales. tout récemment mises à nu, encore rugueuses, des fonds de marmites dont la partie supérieure a actuellement disparu. J'ai photographié plusieurs de ces trous ; et encore dans ce cas exceptionnel d'interruption des tourbillons et des marmites, le fond de la marmite offre un relief en forme de cône avec une dépression annulaire. — Parmi tous les faits observés, un s'est présenté avec une netteté extraordinaire, sur une autre petite île un peu plus grande que l'Ilot des Marmites et que l'on appelle Isenarté ; la figure 7 le reproduit exactement. La surface suivant laquelle la partie supérieure du mamelon de granite a été détachée et arrachée correspondait à peu près au niveau du fond momentané d'une marmite qui avait environ $1^{m},80$ de diamètre ; naturellement ce fond portait une saillie conique ; et lorsque le bloc a été emporté elle est restée en saillie au-dessus de la plate-forme de roche rugueuse qni marque la surface d'arrachement ; sur la figure on reconnaîtra facilement la différence qu'il y a entre l'aspect rugueux et grossier de cette surface qui n'a pas encore été travaillée par les eaux, et l'aspect poli et brillant du fond de la marmite qui résulte de l'usure par un tourbillon. (Le dernier plan de la photographie est constitué par la surface même des eaux du Nil, laquelle était par le vent légèrement ondulée.)

Arrêtons-nous un instant devant cette figure ; c'est un vrai hasard qui a pu permettre de photographier ainsi en relief, au moment des basses eaux, une forme transitoire et qui est en général par définition au fond d'un trou plus ou moins profond : ici nous pouvons examiner en pleine lumière et étudier à loisir ce que l'on n'aperçoit d'ordinaire qu'indistinctement

et dans l'ombre, même à supposer qu'on se soit donné la longue peine de vider et de déblayer avec soin une marmite d'une telle dimension ; ici le Nil lui-même s'est chargé du travail de déblaiement ; il a nettoyé et lavé tout exprès pour nous la surface de ce fond de bouteille, et il nous est possible d'en apercevoir les moindres détails : dans quel laboratoire aurait-on pu obtenir un exemple plus caractéristique, mieux fait pour l'observation, et plus clair ?

Tous ceux qui ont entrepris de faire déblayer des marmites et qui savent quel travail cela représente et combien il est difficile de mettre complètement à découvert tout le fond et surtout de le photographier, apprécieront à sa valeur la bonne fortune qui nous a procuré le document de la figure 7.

Il convient de noter ici les dimensions de cette marmite de la fig. 7. La protubérance centrale est approximativement conique : son sommet dépasse cette partie du petit couloir en forme d'anneau qui est située droit en avant de la photographie de $0^m,42$; de ce sommet à la paroi de droite, il y a $0^m,83$ et de ce même sommet à la paroi de gauche $0^m,95$. Nous reviendrons plus tard sur quelques particularités de ce fond de marmite. Il nous suffit pour l'instant d'avoir montré qu'il ne s'agit pas là d'une petite marmite à peine ébauchée, mais d'une grande marmite qui atteignait déjà de très belles dimensions quand toute l'œuvre a été interrompue. Il est évident que de pareils cas d'interruption se retrouveraient très rarement autre part que sur ces saillies rocheuses des cataractes d'un fleuve à grandes crues, saillies qui sont annuellement submergées par un flot puissant et violent.

Il nous semble que toutes ces diverses séries de faits confirment bien l'opinion que la forme de marmite à saillie conique est le signe distinctif des marmites qui n'ont pas atteint leur complet achèvement.

Un second enseignement général, et qui n'est pas non plus sans importance, se dégage des observations faites à Assouan.

Il ne faut jamais oublier que l'eau n'use pas elle-même

le fond et les parois des marmites. mais qu'elle se sert des galets ou du sable qui s'accummulent dans ces trous comme d'instruments, et que c'est à l'aide de ces instruments qu'elle corrode la roche [1]).

J'ai examiné de près 400 marmites de la cataracte d'Assouan, et j'en ai vidé une cinquantaine ; j'ai toujours noté avec attention quels matériaux se trouvaient dans le fond de ces marmites ; or, dans le fond de deux ou trois à peine, j'ai trouvé un ou deux galets de $0^m,04$ ou de $0^m,05$ de diamètre. Dans presque toutes je n'ai trouvé que du sable, un sable étonnamment fin. Il faut donc conclure que c'est avec le sable seul que les tourbillons ont creusé le granite si dur d'Assouan.

La constatation d'un fait aussi général à la cataracte du Nil a une réelle importance.

En nos pays, dans la plupart des grandes marmites qui se rencontrent sur le lit des torrents ou des cours d'eau et aussi dans toutes les marmites qui sont situées sur le parcours des anciens glaciers, on découvre, lorsqu'on les déblaie, des pierres plus ou moins grosses, quelquefois même énormes, et arrondies par la rotation dans le fond de la marmite. Ces pierres arrondies ont beaucoup frappé les observateurs, et c'est à ces pierres qu'on a attribué le principal travail dans l'élaboration des marmites. De même qu'on appelait quelquefois les marmites glaciaires des *Moulins de glaciers*, *Gletschermühlen*, on a appelé ces pierres trouvées dans les moulins : des *meules*. Et il semblait que ces meules fussent nécessaires pour la formation des trous. D'après l'opinion de certains, la grosse pierre était l'outil essentiel de l'eau ; il était nécessaire et il suffisait à lui tout seul. C'est bien cette conception qu'a vulgarisée

---

[1]) Voir l'exemple tout à fait caractéristique que j'ai décrit dans le travail déjà cité : *Les Marmites du barrage de la Maigrauge*, p. 3 et 4 et planche 1 : deux marmites en étant progressivement approfondies par les tourbillons se sont rejointes et le vestige de l'ancien mur qui existait entre elles deux n'a subsisté qu'à la partie supérieure sous la forme d'une langue de molasse de $0^m,15$ de longueur, laquelle est restée intacte malgré l'action de l'eau courante, tandis que l'eau faisant mouvoir les galets et le sable dans le fond usait tout le reste du mur de séparation.

l'expérience ingénieuse qui a été instituée au *Gletschergarten* de Lucerne [1]) ; rappelons qu'au *Gletschergarten*, sur les indications du prof. Heim, de magnifiques et énormes *Riesentöpfe*, creusés dans la molasse, ont été déblayés. On en compte au moins 32 de dimensions diverses. A côté des cavités naturelles, on a creusé une petite cavité où l'on a placé une grosse pierre ; à un signal donné, un jet d'eau, une sorte de cascade tombe sur cette pierre, et le mouvement vertical de chute se transforme en un mouvement de giration qui met en mouvement la grosse pierre. En vérité cette expérience montre comment le mouvement vertical peut donner naissance à un mouvement rotatoire, bien plus qu'il ne montre comment se creusent ordinairement et naturellement les marmites. — Les images distribuées au *Gletschergarten* nous représentent toujours une seule grosse pierre arrondie (la meule) dans chacune des marmites. — Il se trouve en effet qu'on a soigneusement placé dans chacun des trous une pierre qui est censée avoir

---

[1]) C'est ce que pourraient également laisser supposer des phrases et des expressions comme celle-ci : « Es waschen jene Wassermassen bisweilen Riesentoepfe aus, indem sie entweder in einem Strahle auf den Boden fallen, hier einen Felsblock ergreifen und mit diesem ein Loch aushohlen, oder indem sie einen Wirbel bilden, der in entsprechender Weise wirksam wird. » (Albrecht Penck, *Oberflæchenbau*, p. 59, in *Anleitung zur Deutschen Landes- und Volksforschung*, Stuttgart, Engelhorn, 1889, 1 vol. in-8, xvi-680 p.). D'ailleurs l'idée du bloc unique revient fréquemment dans tous les travaux qui s'occupent des marmites ; citons par exemple E. A. Martel et G. Gaupillat, dans leur note *Sur l'Exploration et la formation des Avens des Causses :* « A l'Aven de l'Egue, le premier puits a 60 m. d'à pic, et 1m,50 à 6 m. de diamètre seulement ; il est ovale (fissure élargie) et, de haut en bas, sur tout son pourtour, une gigantesque hélice figure le sillon tracé dans la pierre par quelque gros bloc tournoyant dans l'eau furieuse ; peut-être ce bloc gît-il au fond de l'admirable puits, sous plusieurs mètres de cailloux récents. » (in *C. R. de l'Académie des Sciences*, 14 octobre 1889). Citons encore Paul Mercanton : « De ces marmites.... une seule a conservé le bloc qui a servi à la creuser. Ce bloc, d'environ 0m,70 de diamètre, parfaitement arrondi, est resté pris dans l'ouverture et gît sur un lit de graviers et de menus blocs. » *(Communication sur des marmites de géants en paroi verticale* in *Bul. de la Soc. vaudoise des Sciences naturelles*, 4e série, XXXII, 1896, p. xx).

été l'instrument de l'eau, et, puisqu'elle est seule, le seul instrument. Dans la marmite N° 1 on observe deux grosses pierres qui, du reste, sont très mal polies et qui n'ont dû prendre, sans doute, qu'une part bien secondaire au creusement de la marmite, laquelle est parfaitement lisse. Dans la marmite N° 2, qui a deux étages très nettement distincts, une petite meule est au fond et une grosse meule est au premier étage, chacune paraissant correspondre par ses dimensions aux dimensions des deux trous. Dans la marmite N° 6, qui a deux trous, le même fait est reproduit : une meule est placée au fond de chaque trou. Dans la grande marmite N° 11, qui est si belle et si compliquée, on peut distinguer 4 trous principaux de différentes tailles : une grosse pierre noire est placée dans la plus grande marmite, et trois autres meules plus petites correspondent aux trois autres trous. Enfin dans la marmite N° 10, qui n'a que $3^m,50$ à 4^m de diamètre, on voit un bloc énorme mal poli de 1^m et $1^m,50$ de diamètre ! On sent que l'idée fausse de la meule unique a dominé tout cet arrangement, par ailleurs si remarquable ; il fallait absolument trouver à chaque moulin sa meule. Nous avons insisté sur cette préoccupation si manifeste pour mettre en lumière les conséquences des observations faites à Assouan.

Car la réalité est tout autre : ce n'est pas une pierre, mais un ensemble de pierres de différents formats et de différentes dimensions qui se trouvent dans le fond de toutes les marmites mêlé à une masse de graviers et de sables ; cette masse forme un tout qui occupe et recouvre toute la partie inférieure de la marmite, et c'est toute cette masse qui participe au mouvement de giration imprimé par le tourbillon. Encore une fois, il ne s'agit pas d'une sorte de bolide isolé décrivant une courbe fantastique, mais d'une masse parfois très variée, contenant toujours une grande quantité de petits éléments et de sable, qui reste cohérente, par suite de la présence de ces petits éléments et que l'eau fait tournoyer dans le fond comme un pilon dans un mortier ; les pierres, les grosses pierres, ne sont pas les instruments essentiels du travail ; ce sont surtout les petits éléments, graviers et sables, qui travaillent à l'usure régulière

de la roche en obéissant aux moindres impulsions de l'eau tourbillonnante. Puisque sur les îlots d'Assouan, qui ont été si fortement perforés par les tourbillons, il est évident que le sable est le seul outil de l'eau, il faut conclure que le sable suffit à opérer le taraudage des roches les plus dures. Et nous ajoutons, après l'examen comparé de beaucoup de marmites à Assouan et ailleurs, que non seulement les grains de sable suffisent, mais que ce sont ces grains de sable qui sont nécessaires. Les pierres et les grosses pierres surtout prennent des formes arrondies parce qu'elles sont elles-mêmes frottées incessamment par la mitraille de graviers et de sables qui usent les parois intérieures des marmites ; mais loin de suffire au travail de l'eau, loin d'aider même à ce travail, elles le rendent de plus en plus difficile à mesure qu'elles s'accumulent dans le fond d'une marmite. Elles sont très nombreuses dans les marmites de nos pays et dans les marmites glaciaires parce que les torrents de nos montagnes, comme les glaciers, transportent de gros blocs qui tombent facilement dans ces creux ; mais elles constituent comme une sorte de poids mort qui est beaucoup moins docile que le sable aux mouvements du tourbillon ; et dans bien des cas elles doivent rester relativement immobiles tandis que les grains de sable sont entraînés tout autour d'elles, usant à la fois les parois de ces blocs et les parois de la roche encaissante ; bien plus, elles arrivent souvent à constituer un poids si énorme par leur volume ou par leur nombre que le tourbillon est impuissant à manœuvrer l'ensemble de la masse bigarrée tombée au fond de la marmite, et qu'il cesse d'agir. Bref, les pierres, au lieu d'être l'instrument par excellence de l'eau, jouent dans tous les cas un rôle secondaire, et même souvent ont une action défavorable à la continuation de l'œuvre du tourbillon. Le sable, au contraire, voilà l'arme véritable qu'utilise l'eau pour façonner la roche à son gré. *A Assouan il n'y a pas une seule marmite contenant une de ces pierres appelées meules :* somme toute, le procédé du travail exécuté par le tourbillon ressemble tout à fait à l'usure à l'émeri, au travail du lapidaire qui use de la pierre très dure avec de la poussière de pierre.

Qu'on observe de nouveau maintenant le fond de marmite de la fig. 7, et l'on remarquera sur ce monticule de granite poli à quel point le tourbillon giratoire est en réalité compliqué, comment il se décompose en une série de mouvements secondaires. Si l'on examine cette sculpture dont les détails sont si variés et d'un dessin si précis, on comprendra facilement que c'est le sable qui peut obéir à toutes ces impulsions secondaires du tourbillon et les suivre, et qu'une pierre, une grosse pierre serait impuissante à produire des effets pareils ; une grosse pierre serait un outil trop grossier qui ne se prêterait jamais à un travail aussi délicat et aussi minutieux : autant vaudrait imaginer un graveur qui voudrait graver un dessin sur une plaque de cuivre, non pas avec un burin, mais avec un marteau. — Finalement le sable est par excellence et tout à la fois l'instrument de précision et l'instrument irrésistible du tourbillon.

Un document comme celui dont il s'agit (fig. 7) suffit à lui seul à nous renseigner sur les réels procédés de l'action des tourbillons. Il a cette valeur parce qu'il nous a été fourni sans aucun doute très peu de temps après avoir été élaboré. Supposons que les actions tourbillonnaires se soient longtemps prolongées dans une marmite telle que celle-ci, mais restée intacte ; il est certain que les petites actions de détail se contredisant, les ciselures secondaires auraient disparu, et nous n'aurions plus retrouvé qu'un cône central beaucoup plus indistinct et beaucoup plus informe ; avec le temps ce cône central du fond aurait lui-même disparu pour faire place à une vague concavité. Nous saisissons ainsi sur le vif la différence qui doit exister fatalement entre les marmites où les tourbillons ont longtemps agi, et celles beaucoup plus rares où nous pouvons contempler l'œuvre du tourbillon assez tôt pour qu'elle soit encore fraîche et si l'on peut dire personnelle, assez tard pour qu'elle soit déjà nettement élaborée et caractérisée. Le tourbillon durant, la marmite se transforme et porte à un moindre degré la marque du premier tourbillon créateur.

Les parois et le fond de la marmite, lieu de passage et

de circulation des eaux animées d'un mouvement tourbillonnaire, peuvent être comparées à ces pistes des régions de dunes, à ces chemins de sable du désert ; lorsqu'un petit nombre d'hommes ou de chameaux sont passés par là, leurs traces, gravées dans le sable, sont facilement reconnaissables ; mais si les hommes succèdent aux hommes et les chameaux aux chameaux, les empreintes diverses se multiplient et se détruisent les unes les autres : les traces des premiers disparaissent ; et sur la piste on n'aperçoit plus que la longue trace du sable uniformément bouleversé.

Et maintenant quel est le résultat final de cette action des tourbillons ? Les exemples divers que nous avons donnés et qui proviennent tous de la première cataracte du Nil permettent de l'indiquer. La marmite est un fait instable qui se transforme ; les tourbillons détruisent ce qu'ils ont fait pour continuer leur œuvre ; en fin de compte tous les tourbillons se coalisent pour une œuvre d'ensemble qui est la destruction des masses compactes qui barrent le lit. Les marmites se multiplient et s'accroissent ; elles sont entr'ouvertes et rejointes. Bref, les îlots de granite peuvent être comparés à ces poutres que des insectes ont creusées en tous sens et qui, tout d'un coup, vermoulues, doivent se rompre. En effet, le bloc de roche très dure étant percé en tous sens, un jour vient où les débris de cloisons tombent, où les morceaux de marmite s'effondrent, où tout s'écroule. Ainsi s'accumulent de vrais chaos de débris, dont les fragments divers ont le trait commun de porter sur une ou plusieurs de leurs faces les vestiges visibles d'anciennes marmites. Ces chaos, nous avons encore pu les observer en certains îlots d'Assouan ; qu'on considère la fig. 8 prise sur l'îlot d'Isenarté (le même îlot que celui de la fig. 7), et l'on verra sous quel aspect se présentent les amas chaotiques de portions récemment effondrées. On aperçoit partout quelques formes, vaguement cylindriques ou sphériques, et qui racontent l'histoire de l'écroulement produit. Est-il besoin d'ajouter que lorsque la crue énorme survient, elle a vite fait de balayer ces débris épars, et d'emporter ainsi l'ouvrage qui lui a été préparé ?

On a dit et il est prouvé que d'autres seuils du Nil, d'autres cataractes ont diminué, que certains même ont disparu. Pour notre part nous avons cherché à montrer par quels épisodes successifs ce phénomène général d'érosion des seuils se produisait, nous avons essayé de nous rendre compte de la tactique victorieuse suivie par l'eau pour arriver à démanteler ces blocs de roche si dure.

Et nous avons indiqué quelle importance primordiale doit être attribuée aux tourbillons : ce sont les tourbillons qui préparent l'œuvre d'arrachement et d'emportement ; ils sont le préambule et la condition de toutes les destructions ultérieures.

Nous avons exposé plus haut qu'à Assouan l'action tourbillonnaire est d'abord particulièrement puissante, et en second lieu exceptionnellement visible. Ajoutons qu'à la cataracte d'Assouan le sable ne manque point ; et c'est là, on vient de le voir, une des conditions du succès des tourbillons. A la première cataracte du Nil, non seulement le sable est fourni par la destruction même du beau granite, mais encore il est apporté du désert libyque jusque dans les flots du fleuve ; sur la rive gauche du Nil, en face de l'île d'Eléphantine et plus en amont, se dressent de magnifiques dunes de sable fauve qui viennent mourir dans le fleuve même ; et lorsque le vent souffle, transportant les grains de sable, il les parsème sur tout le Nil ; ainsi l'instrument est à côté de l'ouvrier, à sa disposition ; et dès qu'un tourbillon se produit, celui-ci est sûr de pouvoir entraîner dans son mouvement de giration les grains de sable qui usent.

Il faut enfin noter que les îlots sur lesquels l'action des tourbillons est aussi visible que sur l'Ilot des Marmites sont en vérité exceptionnels ; nous n'en avons pas découvert un autre qui lui puisse être comparé. Il semble que l'eau concentre ses efforts, c'est-à-dire ses mouvements tourbillonnaires sur quelques points du cours obstrué ; l'eau n'agit pas sur tous les îlots au même moment et d'une manière uniforme ; certains points sont privilégiés, puis lorsque le travail

achevé, les tourbillons sont tout naturellement déplacés, et le laboratoire naturel se trouve transporté ailleurs. L'étude comparée des îlots d'Assouan évoque ainsi l'idée de chantiers restreints où le plus gros travail est exécuté [1]). Partout, à vrai dire, un certain travail partiel d'usure est opéré, mais encore un coup il s'agit dans le cas de ces phénomènes naturels non pas d'une usure générale et uniforme, mais bien plutôt d'usures brusques, puissantes, localisées et successives. — Et c'est là une des idées essentielles que nous conduira à mettre en lumière l'étude d'une seconde série de faits : les gorges du versant Nord des Alpes suisses.

---

[1]) C'est par cette concentration du travail de taraudage en certains points que s'explique la démolition progressive de masses même énormes ; la méthode suivie par les tourbillons est la même, qu'il s'agisse du lit des glaciers ou du lit des cours d'eau. Les seuils de roche dure qui entravent les grands cours d'eau africains doivent être tous usés et emportés selon les mêmes procédés ; un missionnaire français, le R. P. Trilles m'a communiqué une photographie des rapides du Félou sur le Sénégal, où l'on aperçoit tout un seuil perforé comme les îlots de la première cataracte du Nil. — De même, sous les glaciers, ou sur les surfaces rocheuses délaissées par les glaciers, les marmites sont le plus souvent groupées et pour ainsi dire massées en certaines zones qui correspondent aux principaux ateliers de forage des tourbillons ; qu'on regarde par exemple la photographie qu'a donnée H. W. Turner d'une partie du seuil granitique qu'il a observé dans le *Mokelumne River Canyon* en Californie et où il a compté — toutes rapprochées — environ 250 marmites glaciaires : cette représentation évoque une tactique analogue à celle que révèlent les îlots granitiques d'Assouan (*Glacial Pot-holes in Californie*, in *American Journal of Science*, XLIV, 1892, p. 453, 454 et plate IX .

II. Les marmites des gorges du versant Nord des Alpes suisses.

Si nous désirons connaître quel est le rôle des tourbillons dans l'approfondissement et le creusement des lits des cours d'eau, nous devrons choisir comme domaine d'observation un pays encore jeune, dont le modelé sera encore accidenté, où les eaux courantes auront encore beaucoup à travailler, où les lits des cours d'eau n'auront pas encore atteint complètement cette pente régulière qui correspond au profil d'équilibre. Nulle région ne pourra être meilleure pour la fin que nous nous proposons que la région des Alpes. Nous avons concentré nos observations sur une partie des Alpes, — sur le versant Nord des Alpes suisses. C'est là que nous avons cherché à discerner quelle est la part qui revient aux tourbillons dans l'élaboration des gorges; nous avons successivement visité et examiné toutes les principales gorges des cours d'eau de ce versant.

On sait qu'un cours d'eau cherche à approfondir son lit et à atteindre sa pente d'équilibre, avant de travailler à l'élargir [1]) ; l'approfondissement précède l'élargissement ; c'est dire que la gorge est le commencement de la vallée. Nous voudrions précisément développer cette idée pour montrer avec plus de précision quelle est la marche logique du travail du cours d'eau.

Où trouvons-nous de préference des gorges dans la région considérée ?

Parmi les grandes vallées principales du versant Nord des Alpes suisses, il faut d'abord mettre à part la haute vallée de l'Inn. Comme l'a très bien indiqué depuis longtemps le prof. Heim, le cours supérieur de l'Inn a été capté par la

---

[1]) Voir DE LA NOË et EMM. DE MARGERIE, *Les formes du terrain* (Paris, 1888), *Texte*, p. 51 et suiv.

Maira [1]). Rien n'est plus visible que cette capture au col de Maloja ; la vallée de l'Inn remonte doucement jusqu'au seuil de Maloja, à 1800 mètres au-dessus du niveau de la mer; puis brusquement on aperçoit une sorte de gouffre profond de 200 ou 300 m., et c'est là que les eaux de la Maira coulent, allant vers le Sud. Des deux côtés de ce gouffre, deux cours d'eau qui allaient jadis à l'Inn, la Maira supérieure et l'Orlegna, dont la partie première coule encore dans la direction générale Sud-Nord, s'infléchissent ; ils tombent par des rapides et des cascades dans le fond du trou où se forme la Maira. Quant à la vallée supérieure de l'Inn, pour ces raisons ou pour d'autres, elle se remplit au lieu de se creuser ; le cours d'eau principal n'a plus la force d'emporter les matériaux que ses affluents lui apportent ; ceux-ci produisent sur les deux rives de grands cônes de déjection qui parfois se rejoignent presque comme à Silvaplana. Ces barrages torrentiels déterminent ces beaux lacs célèbres de la Haute-Engadine. Bref, la vallée supérieure s'encombre au lieu de se déblayer, et pour le sujet qui nous occupe, elle est d'un moindre intérêt que les autres grandes vallées.

Par ailleurs, au point de vue de la jeunesse des formes topographiques, il convient de distinguer les grandes vallées longitudinales telles que celles du Rhône du glacier jusqu'à Martigny, ou celles du Rhin antérieur de la source jusqu'à son confluent avec le Rhin postérieur, et les vallées transversales [2]). Il va sans dire que les vallées longitudinales se présentent avec beaucoup plus d'ampleur que les vallées transversales. La topographie primitive avait dans celles-là préparé la vallée, et dans le même espace de temps le cours d'eau a pu beaucoup plus avancer son œuvre que dans celles-ci. De là une grande différence de physionomie entre des vallées supérieures telles que celles que nous citions (Rhin et Rhône) et d'autres telles que celles de la Reuss et de l'Aar.

---

[1]) Voir *Jahrbuch Schweiz. Alpenclubs*, XV, 1879-80, p. 429-436 ; et *Ann. de Géographie, Bibl. de 1896*, N° 237.

[2]) Voir LUGEON, *Recherches sur l'origine des Vallées des Alpes occidentales*, in *Ann. de Géog.*, 15 juillet 1901, p. 295 et suiv.

La vallée du Rhône et la vallée du Rhin dans leur ensemble, sont, en effet, plus ouvertes et comportent moins de gorges que les vallées de la Reuss et de l'Aar. C'est dans ces dernières, au contraire, que nous avons le plus de chance de rencontrer ces formes primitives des vallées qui sont les gorges ; et, en effet, la grande gorge de l'Aar près de Meiringen nous paraît être le type le plus parfait et le plus caractéristique des gorges du versant Nord des Alpes suisses.

Ajoutons que si les vallées longitudinales des grands cours d'eau présentent les caractères d'une plus grande maturité et offrent en principe moins de parties encore étroitement encaissées, moins de gorges, les cours d'eau affluents de ces vallées ont dû, après le retrait des glaciers, se mettre en rapport avec la vallée principale, et souvent leur travail est encore inachevé ; il est même parfois à peine commencé ; et les ruptures de pente entre les lits de ces affluents et les lits principaux se traduisent soit par des cascades soit par des gorges.

De plus, le Rhin et le Rhône, après avoir coulé dans de larges vallées longitudinales, se précipitent dans des sillons transversaux, et leurs vallées se rétrécissent : on connaît la porte de St-Maurice où le Rhône coule entre deux hautes murailles calcaires [1]). Dans ces tronçons transversaux du cours les ruptures de pente des cours d'eau affluents sont encore plus considérables : cascades et gorges seront encore les unes plus hautes et les autres plus profondes, témoignant d'une jeunesse plus grande du modelé opéré par les eaux courantes. C'est dans une partie transversale du cours du Rhin que se jette la Tamina, et la Tamina traverse une gorge tout à fait belle et qui nous instruira. C'est dans une partie transversale du cours du Rhône que se jette le Trient, et le Trient a creusé

---

[1]) Voir MAURICE LUGEON, *Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses* in *Bulletin des laboratoires de géologie, géographie physique, minéralogie et paléontologie de l'Université de Lausanne (Suisse)*, N° 2, p. 12 et suiv.

également une gorge qui nous fournira de précieuses observations.

Je dois faire ici une déclaration importante au sujet de la méthode suivie dans cette partie de mon mémoire : Je n'ai voulu faire ni une énumération ni une description complètes de toutes les gorges que j'ai visitées ; parmi celles-ci j'ai choisi des types significatifs représentant les divers stades de la formation des vallées encaissées afin de reconstituer l'histoire entière d'un même type. Je prends le phénomène à différents âges, à l'état de toute fraîche enfance, à l'état de jeunesse, de maturité et de vieillesse, et j'espère pouvoir ainsi caractériser l'évolution du même phénomène.

Je commencerai par étudier la gorge de l'Aar, puis celle de la Tamina, puis celle du Trient ; et nous verrons ensuite : 1° comment des gorges moins avancées et plus fragmentaires nous révèlent le processus de la formation progressive des grandes gorges ; 2° comment des gorges plus avancées, c'est-à-dire plus détériorées, peuvent se ramener aux premières, choisies comme types.

La gorge de l'Aar [1]).

Rien n'est plus intéressant que de descendre complètement la vallée de l'Aar depuis les glaciers qui lui donnent naissance jusqu'à son confluent avec le Rhin : c'est une des vallées qui offre la collection la plus riche de phénomènes variés de géographie physique.

On sait que peu de temps après avoir quitté les glaciers, les eaux de l'Aar entrent dans une vallée transversale que l'on appelle le Hasli. Si l'on constate combien, dans la partie supérieure de cette vallée transversale, les hautes parois portent encore intactes les grandes surfaces lisses que leur ont imprimées les anciens glaciers, on en conclut facilement que

---

[1]) Atlas Siegfried, Feuille N° 393, à 1:50000.

le travail de l'érosion fluviale n'est pas encore très avancé : malgré l'approfondissement réel du lit actuel, et malgré la nouvelle section en V que le cours d'eau a déterminée à la partie inférieure de l'ancienne section en U, on est frappé en effet de l'état de conservation générale en plus d'un point de cette ancienne vallée glaciaire en U. On peut distinguer du reste de la vallée un premier bief qui irait des sources jusqu'à la Handeck ; la cascade de la Handeck qui a 75 m. de hauteur marque une importante rupture de pente [1]) ; et un second bief qui est dans l'ensemble plus encaissé, s'étend de là jusqu'au large bassin d'Innertkirchen. En plus d'un point sur cette seconde partie, l'Aar coule au fond d'un lit que bordent des parois très raides ; mais toujours ces parois s'écartent plus ou moins l'une de l'autre et s'évasent en formant le V classique.

Au-delà du bassin d'Innertkirchen, quel n'est pas notre étonnement de trouver la vallée barrée par une immense masse compacte de calcaire qu'on appelle le Kirchet ; on se demande vraiment comment le fleuve a fait pour passer outre, et lorsqu'on pénètre dans cette masse calcaire en suivant le cours même de l'eau, on entre ainsi dans ce qu'on appelle proprement la « Gorge de l'Aar », « Aareschlucht », ou d'un nom plus spécial « Lamm ».

Il serait impossible de pénétrer dans la gorge si on ne l'avait pas aménagée à l'usage des visiteurs en accrochant aux flancs des parois des passerelles et des galeries [2]).

---

[1]) Sur les parois de la chute et dans la gorge qui la suit apparaissent nombreuses, mais clairsemées, des formes de marmites. Baltzer a très bien exposé les causes et les conditions de la chute de la Handeck : Voir *Livret Guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse, dédié au Congrès géologique international et publié par le Comité d'organisation en vue de la VI^e^ session, à Zurich* (Lausanne, Payot, juillet 1894), p. 164.

[2]) En 1901, on a exécuté de grands travaux d'amélioration, et en particulier là où la gorge était très étroite, on a supprimé les galeries extérieurement accrochées aux parois et on a entaillé ces parois sur plus de deux mètres de hauteur pour construire ainsi un passage plus commode. Mais il faut regretter la moindre commodité d'autrefois, car on a ainsi abattu sur plus de deux mètres de haut des parois exceptionnel-

Au-delà du Kirchet et au sortir de la gorge commence immédiatement, sans transition, la dépression à fond plat de Meiringen qui est tout simplement le début de la longue dépression du lac de Brienz et du lac de Thoune.

La dépression de Meiringen en amont du lac de Brienz est entourée de parois raides ; en ce cas, comme nous l'indiquions tout à l'heure, tous les cours d'eau arrivent à la dépression par des gorges ou par des cascades, et quelquefois par les deux. L'Aar a supprimé toute grande rupture de pente par cette gorge célèbre que nous allons étudier, tandis que le Wandelbach, par exemple sur la rive gauche, débouche du haut de la corniche calcaire et saute presque d'un seul bond jusque dans le fond. Le Reichenbach sur la rive gauche et l'Alpbach sur la rive droite produisent de fortes cascades, mais ces cascades sont mêlées de petites gorges. Ainsi les environs de Meiringen fournissent des types très variés des phénomènes que les ruptures de pente forcent les eaux courantes à produire. Le plus important de tous ces faits est sans contredit la gorge du cours d'eau principal.

A partir du Kirchet et jusqu'à son confluent avec le Rhin, l'Aar ne traverse plus une seule gorge analogue à celle du Kirchet. Il y a donc là un fait unique, exceptionnel, dont nous ne retrouvons l'équivalent ni en amont ni en aval.

La gorge que l'Aar s'est creusée dans le calcaire compact du Malm au Kirchet a environ 1400 m. de longueur; mais sur la plus grande partie de cette longueur elle n'a rien de très

---

lement intéressantes, comme on le verra par la suite, des parois qu'il ne sera jamais possible à l'homme de reconstituer, Il faut déplorer qu'on ne conserve pas les monuments géographiques de cette valeur contre les fantaisies de la barbarie civilisée avec autant de soin jaloux et de respect qu'on le fait souvent aujourd'hui pour les monuments historiques. — Dans le même ordre d'idées — et à propos de la chute du Rhin à Schaffhouse, — le prof. Heim, dont tous connaissent et respectent l'autorité, a fait entendre une protestation indignée contre un projet de dérivation des eaux du Rhin en amont de la grande chute du fleuve. — Voir le texte de son rapport dans *Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, 83. Jahresversammlung 2-4 Sept. 1900 in Thusis*, Chur, 1901, p. 185-187.

remarquable au point de vue qui nous intéresse ; un cours d'eau violent et puissant comme l'Aar a presque partout élargi sa gorge, et ce n'est pas tant une gorge qu'un vrai petit canyon : le fleuve coule entre deux falaises verticales de plus de 100 m. de haut par endroits, mais toujours distantes d'au moins 15 mètres et souvent davantage. Toutefois vers l'aval de la gorge subsistent deux défilés qui surprennent par leur étroitesse avant même qu'on ait pu examiner les caractères des parois ; car ces deux parois sont si rapprochées qu'en plus d'un point on peut toucher l'une d'une main et l'autre de l'autre ; en certains endroits même il y a moins d'un mètre entre les deux, tandis que le cours d'eau puissant coule au-dessous dans un boyau profond et le plus souvent plus large que l'espace laissé vide entre les parois. Ici la gorge n'a plus la forme en V, elle n'a même plus la forme d'un U effilé aux branches très allongées ; mais la coupe de la gorge ressemblerait plutôt à la coupe d'un de ces ballons que l'on emploie dans les laboratoires et qui à la suite d'un long col s'épanouissent en récipients globulaires. De ces deux défilés le plus long est appelé « die grosse Enge » « le grand défilé », et il est aussi le plus saisissant. Il n'est saisissant ni par sa beauté qui n'a rien d'extraordinaire, ni par son aspect pittoresque et sauvage qui ne vaut pas l'aspect de beaucoup d'autres gorges des Alpes ou d'ailleurs, mais il est saisissant comme témoin vivant de la genèse de cette gorge. Du haut en bas, sur plus de 25 m. de hauteur, les deux parois qui se font face s'emboîtent pour ainsi dire l'une dans l'autre et se correspondent avec une étrange netteté. Ces deux parois sont constituées par un assemblage étonnamment continu de surfaces intactes quoique incomplètes d'anciennes marmites (voir fig. 9) : toute la superficie de ces deux parois a été conservée telle qu'elle devait être au moment même de l'approfondissement premier de la gorge, et dès lors elle porte un témoignage irréfutable en faveur du mode d'opérer qui a été suivi pour cet approfondissement.

Au petit défilé, appelé « Nasenenge », le spectacle est le même, quoique moins continu et moins éloquent. Enfin le

même phénomène s'aperçoit sur deux anciens cours de l'Aar qui viennent rejoindre la gorge actuelle en amont du grand défilé, l'un sur la rive droite, et que l'on appelle *die Finstere Schlucht, la gorge obscure*, et l'autre sur la rive gauche que l'on appelle *die Trockene Schlucht, la gorge sèche* [1]). Ces gorges sont partiellement remplies de dépôts glaciaires (voir fig. 10); elles sont dans l'ensemble plus larges que les deux défilés de la gorge principale ; il semble qu'elles aient perdu une tranche centrale plus épaisse ; les marmites sur les parois y sont peut-être moins continues ; mais elles sont souvent plus énormes et plus renflées ; quelques-unes ne devaient pas mesurer moins de 10 ou 12 m. de diamètre. En tout cas de telles gorges secondaires sont très intéressantes pour l'observateur, car on y peut circuler plus aisément que dans les défilés ; on peut plus à loisir et à des niveaux plus variés étudier ces si curieuses empreintes des tourbillons qui ressemblent à d'énormes moules de coquilles.

Dans les deux défilés comme dans les anciennes gorges, de part et d'autre, par places, on reconnaît avec une évidence surprenante les formes évasées d'une même marmite qui a laissé ainsi sur les parois opposées des formes qui se complètent : ce sont comme des amphores éventrées, dont la plus grande partie aurait été brisée, mais dont il resterait face à face deux morceaux dont la rotondité et dont les moulures attesteraient la communauté d'origine (voir fig. 11 et 12 [2]).

Dans les deux défilés comme dans les anciennes gorges, on peut suivre pas à pas et reconstituer l'histoire et le jeu

---

[1]) Baltzer, dans *Livret guide géologique dans le Jura et les Alpes*, etc., (v. supra) indique que le nom de ces anciens cours est *Schlauche*, « *finstere Schlauche,* » « *trockene Schlauche,* » et non pas *Schlucht* (p. 160). C'est là sans doute une altération locale du mot *Schlucht*.

[2]) Nous avons précédemment attiré l'attention sur les avantages de la reproduction stéréoscopique : voir *Un nouveau procédé de reproduction appliqué à l'étude et à la représentation des faits géographiques : Phototypie stéréoscopique* (avec 10 planches stéréoscopiques) dans *Mém. de la Soc. frib. des Sc. Nat. Série : Géologie et Géographie*, vol. 1, fasc. 1.

des tourbillons ; on voit comment plusieurs tourbillons de petit rayon ont été tout à coup remplacés par un tourbillon plus puissant qui a unifié les petites marmites d'abord formées, et celles-ci, à peine discernables aujourd'hui, aboutissent à une de ces marmites énormes dont nous parlions tout à l'heure ; puis le grand tourbillon lui-même s'est décomposé en tourbillons moindres, et la marmite énorme, à la paroi très renflée, se décompose en plusieurs marmites qui font succéder des cavités multiples à la grande cavité. Enfin, toute la tranche centrale des marmites petites ou grandes ayant disparu, il est naturel que nous ayons peu de renseignements sur le fond et sur ses caractères ; toutefois on devine souvent par des inflexions qui s'amorcent au bas des parois quelle devait être la forme du fond ; parfois même il en est resté une petite partie comme témoin. Et nul ne sera surpris que tous ces fonds correspondent à la forme de marmites à fond concave, c'est-à-dire à la forme achevée ; rien n'est plus logique puisque la superposition de ces 8 ou 10 séries de marmites sur les parois de la gorge démontrent le succès des tourbillons ; et ils étaient certes assez puissants pour achever l'œuvre qu'ils commençaient, puisque à ceux qui venaient d'achever quelque marmite en succédaient toujours de nouveaux, et toujours entreprenants. Que ce soit un seul tourbillon qui, sans changer, ait eu le temps d'approfondir une marmite, cela est bien peu probable ; et d'ailleurs cela importe peu. Les eaux avaient une puissance et une abondance qui garantissaient la persistance ou la renaissance ininterrompue des tourbillons ; ils se succédaient, continuant et reprenant sans cesse les mêmes marmites, et tout à la fois détruisant de plus en plus les saillies ou les sillons spiraliformes des parois, menant rapidement en fin de compte les marmites à leur achèvement. Voilà pourquoi nous n'apercevons là que des restes informes de ces détails des parois qui ont dû exister au début, et nous ne devinons partout que des fonds à forme concave. C'est l'inverse de ce que nous avons observé à Assouan, où les marmites étaient principalement à fond conique et avec des parois aux formes fraîches. De fait un flot aussi continu et resserré qui, accumulant son

action en un même point de haut en bas, creuse une gorge sur une profondeur de plusieurs dizaines de mètres, est l'inverse d'un flot discontinu, périodique, très largement étalé, qui disperse son action sur une grande étendue, et qui éparpille ainsi un plus grand nombre d'effets moindres.

Cependant le travail, ici et là, obéit aux mêmes lois; il se rattache à la même tactique ; et si l'Ilôt des Marmites et la gorge de l'Aar marquent deux termes extrêmes particulièrement typiques, il va sans dire que souvent les deux modes sont combinés et mêlés.

Avant de comparer à la gorge de l'Aar d'autres gorges du versant Nord des Alpes suisses, il nous reste à dire pourquoi il est très logique que nous ayons rencontré dans le Kirchet deux défilés et plusieurs parties de gorges conservées d'une manière exceptionnelle.

Lorsque le cours d'eau, après avoir approfondi son cours, continue son œuvre, il élargit son lit et sa vallée, et c'est ainsi que les parois des défilés primitifs s'abattent, s'écroulent nécessairement un jour pour faire place à des parois plus ou moins verticales selon la roche, mais toujours assez banales : voilà ce qui s'est produit dans la plus grande partie de la gorge actuelle de l'Aar. S'il reste encore deux défilés intacts, c'est sans doute que cette gorge du Kirchet est la partie la plus récemment formée, la plus jeune de toute la vallée de l'Aar. Maurice Lugeon a étudié de près l'ensemble du Kirchet ; dans deux notes préliminaires et dans un mémoire étendu [1]), il a

[1]) M. Lugeon, *Les anciens cours de l'Aar près de Meiringen (Suisse)* dans *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (Paris), CXXXI, 1900, p. 810-812 ; et *Anciens thalwegs de l'Aar dans le Kirchet près Meiringen, Notice préliminaire,* dans *Eclogæ geologicæ Helvetiæ*, VI, N° 6 (nov. 1900), p. 496. Le mémoire plus étendu nous l'avons déjà signalé : il a paru sous le titre : *Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses* dans le *Bul. de la Soc. vaudoise des Sciences naturelles*, 4e série, t. XXXVII, N° 141, sept. 1901, p. 423-454, et planches V-XIII ; et dans le *Bul. des Laboratoires de Géologie, Géographie physique, Minéralogie et Paléontologie de l'Université de Lausanne (Suisse)*, n° 2, Lausanne, 1901, 34 p. et IX planches.

très bien indiqué comment « la célèbre colline du Kirchet, si énigmatique au premier abord, se montre formée par une série de gros blocs séparés par des gorges profondes comblées » [1]). Lugeon a compté au moins cinq de ces anciennes gorges creusées par l'Aar, puis successivement comblées par les apports énormes des glaciers. « Il s'agit là d'un très remarquable phénomène d'*épigénie* et de *surimposition glaciaire* » [2]). Et l'Aar était obligée après chaque comblement de reprendre son travail, et d'user des tourbillons pour entreprendre une nouvelle gorge. Tandis qu'ailleurs dans sa vallée elle continuait toujours sur le même emplacement ou à peu près son travail de creusement, elle a dû dans le Kirchet recommencer tout à nouveau plusieurs fois de suite [3]). Que de temps perdu en un sens ! Et l'on devine que la gorge où elle coule actuellement est incomparablement plus jeune que tout le reste de la vallée. Quoi de plus naturel que de trouver là dès lors des vestiges de la formation première, qui ont ailleurs disparu ! Et il est aussi naturel de trouver ces vestiges dans les anciennes gorges

---

[1]) *Anciens thalwegs de l'Aar*, p. 496.

[2]) *Les anciens cours de l'Aar près de Meiringen*, p. 812.

[3]) Ou pour le moins deux fois de suite : Comme nous l'avons fait remarquer dans *La Géographie*, 15 juillet 1902, p. 42, il n'est peut-être pas nécessaire de supposer rigoureusement avec M. Lugeon que « ce mécanisme a dû se renouveler autant de fois qu'il y a de gorges comblées » : ce serait, disions-nous, simplifier et rendre plus vraisemblable cette explication que d'admettre que deux ou plusieurs de ces gorges ou portions de gorges ont pu être creusées par les eaux *en même temps*, correspondant ainsi à un même stade de recul du glacier de l'Aar : de la grande masse glaciaire accumulée en amont dans le Hasli, plusieurs torrents glaciaires, divisés à la rencontre de l'énorme barre calcaire du Kirchet, auraient travaillé *en même temps* chacun de leur côté, élaborant des gorges encaissées : et ces gorges ou portions de gorges se seraient trouvées à différents degrés d'avancement et d'approfondissement lorsqu'une nouvelle phase de progression du glacier aurait abouti à l'engorgement morainique de tous les sillons déjà élaborés et aurait contraint plus tard les nouveaux torrents glaciaires à s'ouvrir un ou plusieurs défilés nouveaux à travers la masse compacte : en fin de compte, l'Aar actuelle, réduite à un cours unique et partant plus vigoureusement constituée, aurait fait élection d'un seul de ces sillons, la gorge actuelle.

du Kirchet, telles que la *Finstere Schlucht* et la *Trockene Schlucht*, qui après avoir été formées ont été pour ainsi dire arrachées à l'action ultérieure des eaux courantes et conservées à peu près dans leur état originel par le remplissage morainique.

Ajoutons enfin que le calcaire du Kirchet était assez résistant et assez compact pour subir les actions des tourbillons sans se démolir, et pour les conserver ensuite sans les laisser trop vite émousser ou oblitérer par les agents atmosphériques.

Bref la gorge de l'Aar est un des tronçons les plus récemment formés de toutes les vallées alpines, et il nous fournit à ce titre des documents exceptionnels sur le mode de première formation des gorges et des vallées.

Une remarque s'impose dès l'examen de cette première gorge ; à propos des gorges nous aurons à diverses reprises à parler de phénomènes d'*épigénie* ou de *surimposition glaciaire ;* nous en signalerons même plusieurs exemples qui n'ont pas encore été signalés (voir en particulier le carton face à la p. 192). Et on ne saurait en être surpris. « Dans les vallées comblées par les moraines ou par les alluvions fluvio-glaciaires, les cours d'eau postérieurs à la dernière glaciation n'ont pas en tous points retrouvé exactement leur ancien lit ; et, divaguant à droite ou à gauche, ils ont dû s'enfoncer progressivement dans la roche qui formait un des flancs des anciennes vallées ; se creusant ainsi des portions de lit en pleine roche, ils n'ont pas pu travailler aussi vite que s'ils avaient déblayé la moraine ; et ces parties *les plus nouvelles* de ces vallées se présentent à nous avec les caractères de vallées *plus neuves*, c'est-à-dire sous la forme de gorges aux parois plus ou moins verticales, fréquemment sous la forme de gorges à marmites » [1]). Ces deux séries de faits, d'ordre différent, se trouvent donc tout naturellement associés.

---

[1]) Jean Brunhes, in *La Géographie*, 15 juillet 1902, p. 41.

Gorge de la Tamina [1]).

La Tamina recueille les eaux du versant occidental du Calanda et va se jeter dans le Rhin près de Ragatz. La gorge de la Tamina est située à 5 kilom. en amont de Ragatz ; c'est dans la gorge même que jaillit la fameuse source de Pfæfers dont les eaux ont une température de 30° à 31° et qui a été la cause d'une station balnéaire déjà ancienne.

Quand on remonte la vallée de la Tamina en venant de Ragatz, on entre dans une vallée encaissée, mais dans toute la partie d'aval on n'aperçoit du haut en bas presque aucune trace de marmites : sur cette magnifique paroi de flysch de la rive droite qui domine verticalement le cours d'eau et qui, même par places, surplombe, on ne distingue aucune surface lisse. Ce sont des couches gréseuses qui paraissent se démolir assez facilement. Tout près du niveau de l'eau on aperçoit exceptionnellement quelques parois lisses et, de loin en loin, quelques marmites.

Puis, en remontant encore, la vallée se resserre un peu davantage ; on a profité d'un rapide pour établir un petit barrage ; et là les formes de marmites sont beaucoup plus nombreuses. En amont du barrage, les versants deviennent bien plus adoucis que dans la partie inférieure ; la végétation a eu le temps de s'y implanter ; et ces versants sont boisés presque jusqu'au niveau de la rivière [2]).

Plus haut enfin, les versants redeviennent plus raides et moins boisés, et l'on parvient au vieil établissement de bains de Pfæfers que l'on doit traverser pour arriver à la gorge proprement dite appelée la *Gorge de la source, Quellenschlucht*. Cette gorge a environ 300 m. de long jusqu'à la source thermale ; dès le premier coup d'œil, on reconnaît qu'elle est du même type que celle de l'Aar, et elle est encore due à un phé-

---

[1]) Atlas Siegfried, Feuille n° 402, à 1:50000, et Feuille n° 270, à 1:25000.

[2]) Cette partie plus adoucie correspond à la région où l'axe du « trog » glaciaire rencontre et coupe le « thalweg » actuel : voir le carton.

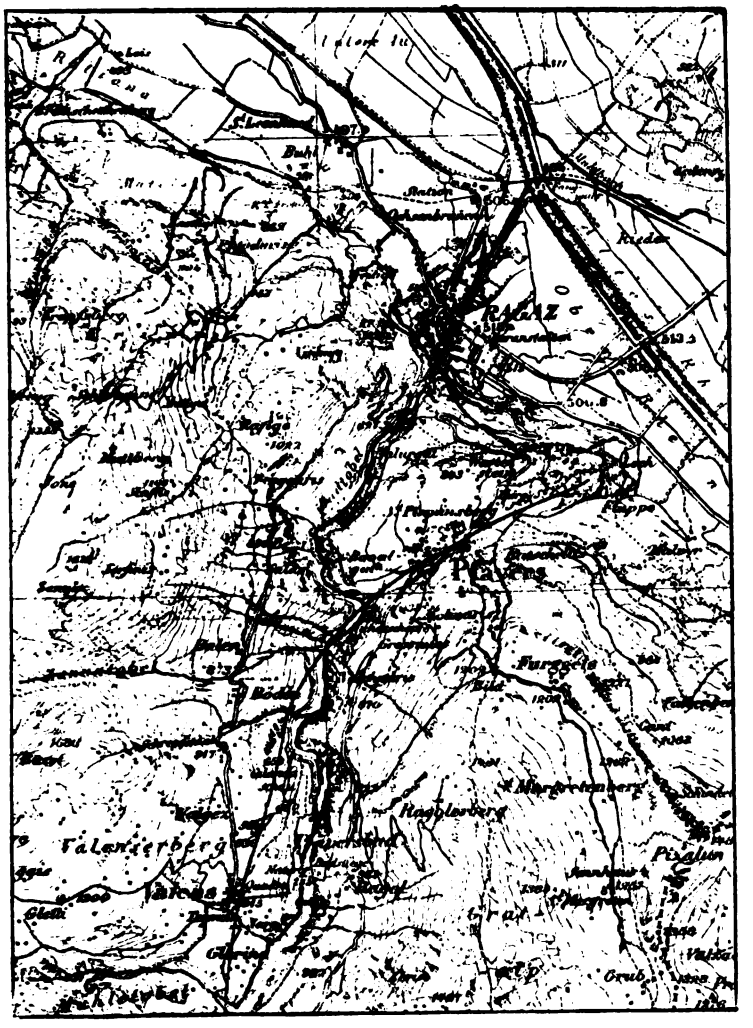
nomène d'épigénie glaciaire. Ce phénomène est tout à fait visible pour qui suit la vallée de la Tamina non plus au niveau de l'eau courante ou à peu près, c'est-à-dire dans la gorge, mais à 300 mètres au dessus, le long des routes qui relient les petits villages des deux rives. Immédiatement au-dessus de la source, à la cote 850, des éboulements montrent même à nu la boue glaciaire; c'est la moraine qui remplit encore en ce point le fond de l'auge sur la rive gauche, et c'est sur ce seuil adouci et étalé de la moraine conservée qu'est bâti Valens (voir le carton face à cette page) [1]).

Revenons à la gorge de la source. En général les parois ont moins intégralement subsisté des deux côtés à la fois qu'elles ne l'ont fait dans la gorge de l'Aar; elles se font moins vis-à-vis; en général l'une s'est beaucoup plus éboulée que l'autre. Par exemple l'on trouvera sur l'une des faces, sur la rive gauche, à peu près à 200 m. en aval de la source, une paroi qui porte les traces de marmites de grand rayon et qui est comparable aux plus beaux morceaux de la gorge de l'Aar, mais la paroi qui fait face ne répond plus pour ainsi dire à celle-ci, elle est plus démolie. Et cela vient sans doute de ce que le sillon creusé par la Tamina est dans son ensemble assez éloigné de la verticale: il est très fortement incliné de la droite vers la gauche. Cela vient aussi de la qualité de la roche: en plus d'un point de la gorge de la Tamina l'effritement de la surface s'est déjà produit. Dans toute la gorge on a dû faire beaucoup plus de travaux de maçonnerie pour éviter les éboulements que dans la gorge de l'Aar. Ainsi, 100 m. en aval de la source on aperçoit la partie supérieure d'une marmite gigantesque, vraie calotte hémisphérique qui a plus de 10 m. de diamètre: on a été obligé de construire un mur et de la remblayer pour l'empêcher de disparaître.

L'ensemble pourtant se présente comme à la gorge de l'Aar, et nous ne voulons pas répéter ce que nous avons déjà

---

[1]) Il est curieux de constater que les deux villages de Valens et de Pfæfers sont tous les deux situés sur les méplats conservés de l'ancien » trog » glaciaire.



Gorge de la Tamina, à 1 : 50000.

/ Axe approximatif de l'ancien « trog » glaciaire.

A B Gorge de la Source.

Reproduction de l'Atlas Siegfried faite avec l'autorisation du Service topographique fédéral.

LITH. TYP. J. JENNY, FRIBOURG

dit. Ici aussi le travail de l'eau est multiple, varié, successif ; ici aussi les marmites s'agrandissent, puis s'effilent ; ici aussi plusieurs aboutissent à la même, laissant à la paroi dans la partie supérieure une trace de leur ancienne cloison, tandis qu'au contraire une grande marmite se subdivise en plusieurs plus petites.

En suivant ces formes de haut en bas, et en voyant se développer, se dilater, s'épanouir ces magnifiques formes courbes, on peut imaginer ici comme là quel a été le travail de l'eau en de pareils ateliers de forage. Mais la gorge de la Tamina — et c'est un trait qui la distingue de la gorge de l'Aar — paraît au premier abord voûtée, c'est-à-dire fermée complètement dans la partie supérieure à 90 ou 100 m. du niveau actuel de l'eau. En un point même, à 70 m. à peu près en aval de la source, les deux parois sont si bien rejointes qu'un petit sentier qui conduit du village de Valens sur la rive gauche au village de Pfæfers sur la rive droite, profite de ce pont naturel, « Naturbrücke », appelé aussi « Beschluss », « fermeture ». Mais en observant de près ce plafond on y distingue très nettement le sillon étroit aux bords faits de tronçons circulaires, aux lèvres festonnées, qui a marqué le premier travail de l'eau. Les deux bords supérieurs sont tout simplement reliés par des blocs éboulés qui forment ainsi par endroits une voûte continue [1]).

Le premier sillon est donc resté très étroit dans la partie supérieure, tandis que des élargissements considérables se produisaient au-dessous, constituant des espèces de salles qui rappellent tout à fait les salles de certaines cavernes : un peu en aval de la grande marmite dont il est question plus haut, toute la rive droite s'élargit en amphithéâtre et forme une très vaste chambre. Parce que dans l'ensemble le flysch gréseux

---

[1]) Il est impossible de ne pas rapprocher de la gorge de l'Aar et de la gorge de la Tamina une gorge située dans les Alpes de Savoie, la gorge de la Dranse du Biot ; cette gorge est creusée dans le même calcaire du Malm dans lequel l'Aar a creusé sa gorge ; et de gros blocs éboulés constituent comme à la Tamina une véritable voûte, un vrai pont, qui porte le nom de Pont du Diable.

de la Tamina est beaucoup moins résistant que le calcaire dur du Kirchet, parce qu'il est beaucoup plus enclin à se démolir, la gorge de la Tamina reproduit moins purement que la gorge de l'Aar le simple sillon d'érosion dû aux seuls tourbillons. Elle nous donne déjà quelques exemples *très réduits* mais *significatifs* de certains phénomènes qui se produisent par excellence et en grand dans les terrains fissurés et caverneux, et qu'on désigne sous le nom générique de *cavernes*.

Gorge du Trient [1]).

Le Trient va se jeter dans le Rhône entre Martigny et Vernayaz, un peu en amont de Vernayaz ; sa vallée débouche par une gorge encaissée dans la vallée à fond plat où coule le Rhône ; cette gorge est creusée dans des roches cristallines (gneiss avec granulite, eurite et chlorite).

La gorge du Trient est sensiblement plus ouverte et plus large que la gorge de la Tamina et surtout que les défilés de la gorge de l'Aar.

Quand on entre dans la gorge du Trient on est étonné de la différence entre l'état d'altération des parties hautes des parois et l'état de conservation des parties tout à fait basses ; à coup sûr cela se reproduit dans une certaine mesure en toutes les gorges, mais rarement avec des traits différentiels aussi saisissants qu'au Trient : les parties hautes des deux parois sont même tout à fait démolies ; les parties moyennes portent des vestiges de marmites mais sensiblement altérés et beaucoup moins expressifs qu'à la Tamina ou à l'Aar. Bien plus, jusqu'aux parties basses, parfois jusqu'à 5 ou 6 mètres du niveau actuel de l'eau, les mousses, les fougères et même de petits arbustes se sont emparés de la surface des parois.

Il s'agit ici d'une gorge qui a été occupée par le glacier postérieurement à sa formation partielle ; on voit très bien le poli et les stries glaciaires sur quelques points des parois.

---

[1]) Atlas Siegfried, Feuilles n° 526, à 1:50000.

notamment sur quelques protubérances ; il n'y a que la partie inférieure de la gorge qui ait été façonnée par les eaux courantes sans subir d'autre action. Et c'est à juste titre qu'on peut discerner de bas en haut trois zones successives :

1° La partie basse jusqu'à 5, 6 ou 7 m. du niveau de l'eau : dans cette partie les parois sont ce qu'elles sont à l'Aar ou à la Tamina, portant de multiples débris de marmites : c'est la partie récemment formée par le cours d'eau.

2° La partie moyenne représentant d'anciennes marmites mais rabotées par le glacier ; et cette partie moyenne n'existe que par places ; en plusieurs points elle a été démolie, et se confond alors avec la partie supérieure.

3° La partie supérieure où les parois sont beaucoup plus éloignées l'une de l'autre et n'ont que le caractère banal et indistinct des parois écroulées.

Somme toute la gorge du Trient, qui a été au moins en partie creusée par les eaux courantes avant la dernière et définitive disparition des glaces, marque un stade beaucoup plus avancé de l'élargissement et de la démolition progressive du sillon primitif d'érosion ; et comme les parties basses elles-mêmes sont plus élargies, on y peut faire quelques observations de détail que le flot encaissé de la Tamina et de l'Aar ne permet jamais de faire :

Ainsi l'on aperçoit au niveau de l'eau, du côté des parois, de petits seuils qui sont émergés aux basses eaux et qui montrent le travail actuel des tourbillons. Le travail du Trient porte, semble-t-il, sur une étendue un peu moins resserrée : il est moins concentré sur un seul chenal. Et l'on constate que cela s'est reproduit à différents niveaux. En suivant la partie de la galerie qui court le long de la paroi de la rive droite et vers le milieu de la gorge on trouve une marmite de plus de 4 m. de diamètre et qui est tout à fait un type de marmite interrompue ; une saillie conique fait réapparaître la roche au milieu de la marmite, tandis que des débris divers entourent cette saillie, débris terreux recouverts de quelques mousses et de quelques herbes. Bien rares cas d'interruption mais qui prouvent que les tourbillons du torrent se sont légèrement

déplacés en s'approfondissant ; bien faibles et minuscules divagations du principal effort destructeur du cours d'eau, mais qui suffisent cependant à faire ressortir par opposition combien est extraordinaire l'allure presque rectiligne et continument resserrée du *grand défilé* de l'Aar : celui-ci, après examen, reste bien le type par excellence.

Gorges en formation, et spécialement gorges du Trümmelbach [1] et du Dündenbach [2].

Il est donc manifeste que ces gorges étroites, où le lit actuel est souvent plus large que le sillon profond déterminé par les deux parois aux grandes empreintes en forme de coquilles, sont dues à l'action des tourbillons.

Il ne suffit pas de constater le fait ; il est curieux de se rendre compte de la marche du phénomène. Or comment l'eau s'y prend-elle pour creuser ainsi sur des longueurs de 30, 50 et 100 mètres et sur des hauteurs de 25 à 30 mètres et plus de longs couloirs faits de marmites superposées et qui se rejoignent pour constituer une seule gorge taillée de la même manière sur toute son étendue ? On devine aisément en effet que si les tourbillons travaillaient davantage en amont qu'en aval ils arriveraient à former un cours souterrain ; et soit que dans la partie d'aval la couverture du cours souterrain subsistât, soit qu'elle s'écroulât, le phénomène serait différent de celui que nous constatons : c'est-à-dire des parois présentant *d'une manière continue* sur plus de 50 m. de longueur et plus de 25 m. de hauteur les vestiges de l'action tourbillonnaire.

Il faut distinguer en effet deux questions : la formation d'un lit de cours d'eau par des marmites successives qui se rejoignent en se trouvant à peu près toutes au même niveau : c'est le cas que représente si bien le lit autrefois souterrain de

---

[1]) Atlas Siegfried, Feuille n° 488 à 1:50000.

[2]) Atlas Siegfried, même feuille.

la perte du Rhône, un peu en amont de Bellegarde (France) [1]). Le lit avait été formé par la jonction de marmites tourbillonnaires dans une couche de calcaire assez tendre au-dessous d'une couche de calcaire plus dur laquelle était seulement percée de trous circulaires distincts, orifices supérieurs de ces mêmes marmites ; aujourd'hui du reste on a fait sauter sur toute la longueur de l'*ancienne* perte du Rhône cette couverture de calcaire plus dur [2]).

Beaucoup de cours d'eau montrent ainsi un chenal résultant de la jonction de marmites : A. Penck dans sa *Morphologie der Erdoberfläche* [1]) cite des exemples de lits de cours d'eau partiellement formés de la sorte, il renvoie lui-même à un mémoire de Reusch [3]) et il donne un croquis typique d'une rivière de Norvège : *Flussbett unweit der Borgundskirche in Lärdalen, Norwegen.*

Enfin si l'on veut bien se reporter à la figure 13 qui représente une petite partie du lit d'un affluent de la rive gauche de la Sarine tout près de Fribourg, on trouvera un type bien caractérisé d'un couloir d'écoulement constitué par des marmites rejointes [4]).

Encore sur cette figure est-il à remarquer que les marches successives de l'escalier sont très visibles, et ce cas-miniature nous permet de passer tout de suite à des cas qui vont nous conduire à l'explication très claire des grandes gorges proprement dites.

---

[1]) Voir DE LA NOÉ et E. DE MARGERIE, *Les formes du terrain (Service géographique de l'Armée)*, Paris Imp. Nat., 1888, 1 vol., *Texte*, in-8 ; et 1 vol., *Planches*, in-8 : voir *Texte*, p. 49-50, et *Planches*, Pl. XVII.

[2]) La gorge du Chauderon, qui a été creusée par la Baye de Montreux, et qui est toute proche du lac Léman, offre de nombreux exemples de chenaux constitués par la réunion de marmites successives ; on y peut voir aussi comment les marmites contribuent au recul des cascades : une petite cascade, dans la partie inférieure de la gorge, laisse très bien apercevoir les deux systèmes de marmites qui lui ont donné naissance et qui sont encore séparés par une petite protubérance, seul reste d'une ancienne cloison.

[3]) Voir p. 313 et 314.

[4]) *Jettegryder dannede af Elve* in *Nyt. Mag. f. naturv.*, 1877.

Parmi toutes les gorges que nous connaissons il en est deux qui nous paraissent représenter d'une manière exceptionnellement saisissante la marche du phénomène que nous cherchons à analyser : la gorge du Trümmelbach et la gorge du Dündenbach.

Ces deux gorges sont assez voisines l'une de l'autre. L'un des deux torrents, le Trümmelbach, descend des glaciers du massif de l'Eiger et de la Jungfrau, et va se jeter dans la Lutschine Blanche, 3 kilomètres en amont de Lauterbrunnen. On sait comment se présente la vallée de Lauterbrunnen ; elle est encaissée entre deux énormes parois calcaires, et c'est bien là que toutes les eaux sont soumises à de brutales ruptures de pente ; sur la rive gauche le Staubbach tombe de si haut qu'il se réduit en poussière avant d'arriver en bas, ainsi que l'indique son nom (Staub, poussière). Et sur la rive droite le Trümmelbach en est à une période plus avancée ; il ne tombe plus du haut de la corniche ; il s'est déjà partiellement encaissé, et la gorge est commencée. Mais c'est encore une gorge à son début, c'est-à-dire une gorge à escaliers ; chaque palier représente une petite gorge en formation, que sont en train d'élaborer les eaux qui tombent en cascade du palier précédent et supérieur. On peut distinguer, dans la partie qui est aménagée pour les visiteurs, 4 grands paliers, que des passerelles ou des ponts permettent d'examiner à loisir ; dans cette gorge qui se fabrique sous nos yeux, pour ainsi dire, on voit très bien comment les paliers reculent peu à peu, laissant béants devant eux des sillons profonds que bordent des parois faites de vestiges de marmites. La fig. 14 est prise du pont n° 3 (le pont inférieur étant le n° 1) et elle est prise vers l'aval ; l'on peut y discerner aisément les éléments d'une gorge qui sera plus tard identique à celle de l'Aar. Et pareillement le long de la chute inférieure près du pont n° 1 s'étagent de grandes marmites très bien formées, aussi énormes que la plupart de celles de l'Aar ou de la Tamina.

Des gorges en formation, analogues à la gorge du Trümmelbach, on en trouve d'autres spécimens dans la vallée même de Lauterbrunnen, par exemple ces deux gorges dont les eaux

rejoignent la Lutschine sur la rive droite et devant lesquelles passe le chemin de fer de montagne qui gravit péniblement la terrasse de Wengen, pour aller ensuite à la Wengernalp et de là à la Petite Scheidegg.

Il est surtout une grande paroi où s'aperçoivent de multiples gorges à marmites à divers degrés de maturité : c'est cette énorme paroi calcaire (Hochgebirgskalk) qui borde au sud le Trümleten Thal et au-dessus de laquelle s'élèvent les trois massifs de la Jungfrau, du Mönch et de l'Eiger : là trois glaciers se développent grandioses, et se terminent tous les trois par plusieurs filets torrentiels qui sculptent la roche ; les eaux torrentielles qui s'échappent surtout de deux d'entre eux, le Giessengletscher et l'Eigergletscher, ont déjà élaboré des portions de gorges du type Trümmelbach, des sillons qui sont en miniature des gorges de l'Aar.

Dans les petites gorges — dites Giesseri sur la carte Siegfried à 1:50000 — et qui sont formées par les eaux échappées du Giessengletscher sur le flanc nord de la Jungfrau, dans ces gorges en formation dont nous avons parlé tout à l'heure à propos du Trümmelbach, on peut noter un cas d'élaboration de deux gorges voisines, à peu près parallèles et destinées à être rejointes, qui doit être rapproché du cas que nous allons examiner, du cas de l'Hexenkessel.

Le Dündenbach est un affluent de la Kien qui est elle-même un affluent de la Kander. Il descend de cet ensemble de massifs qui se rattachent à la Blümlisalp, et pour aller rejoindre la Kien il doit franchir et sauter cette haute falaise calcaire qui entoure de trois côtés la dépression de Tschingel. Il est intéressant de voir comment le Dündenbach est en train de réduire peu à peu cette rupture de pente qui force aussi tant de ruisseaux ses voisins à se précipiter uniquement en cascades. Encore ici on trouve une série de paliers, et à chacun de ces paliers l'eau élabore des marmites dont les traces restent ensuite aux parois. Mais si les parois du Trümmelbach sont mieux conservées, plus typiques et plus parlantes que celles du Dündenbach, on assiste d'une manière beaucoup plus visible dans la gorge en formation du Dündenbach au travail

des tourbillons. La gorge est plus ouverte et mieux éclairée : on peut gravir les pentes qui avoisinent le torrent, et voir de très près les différents étages. Un des sauts inférieurs du torrent forme une fort belle et grande cascade qui a des traits de ressemblance avec celle de la Handeck sur l'Aar (voir plus haut), et le point le plus important à examiner est précisément le palier d'où part cette cascade. Ce palier est bien entendu loin d'être simple: il a ce caractère de présenter en même temps que des goulets perforés par lesquels l'eau se précipite et tombe, — et à côté de ces goulets, — une immense cuve et deux très belles coupes dans lesquelles s'engouffre une partie des eaux qui viennent du palier supérieur : ces eaux ainsi détournées du goulet qui conduit à la grande cascade se jettent dans ces vraies marmites en cours d'exécution ; l'on voit là comment se transforme leur mouvement de chute verticale en un mouvement de giration ; l'on assiste au tournoiement de l'eau soit dans la grande cuve qui a 8 m. de diamètre, soit dans l'une des deux coupes qui a presque 2 m. de diamètre (l'autre coupe plus petite qui a des formes tout à fait régulières est aujourd'hui ouverte par les eaux et le tourbillon n'y pénètre plus). On contemple en grand et tel qu'il se produit réellement le phénomène qu'imite l'expérience du Gletschergarten de Lucerne dont nous avons parlé plus haut. Nulle part aussi vivement qu'en face de la plus grande de ces cuves je n'ai senti la puissance inexorable de l'eau tournoyant et entraînant avec elle les matériaux qui usent ; le flot du tourbillon est relativement lent, mais majestueux et puissant. Quant à la plus grande des deux coupes dans laquelle pénètrent et agissent sans cesse les eaux furieuses d'un tourbillon, elle a frappé depuis longtemps l'imagination des paysans qui lui ont donné le nom d' « Hexenkessel », « Chaudière de la sorcière » [1]).

Le fait essentiel qu'il importe de retenir après l'examen de cette partie de la gorge du Dündenbach c'est que tandis

---

[1]) Sur la feuille 488 de l'Atlas Siegfried on trouve seulement inscrit le nom (beaucoup plus fréquent dans les gorges alpines) de « Pochtenkessel ».

qu'un cours d'eau torrentiel est dans sa plus grande masse précipité dans un trou profond et forme cascade, il trouve le moyen non seulement de travailler en amont du seuil de chute à creuser son lit et à préparer le recul de la cascade, mais encore de détacher pour ainsi dire une partie de ses eaux sur les flancs de son lit principal, et de les consacrer à l'élaboration de nouvelles marmites : ces marmites en s'écroulant partiellement un jour produiront un élargissement brusque de l'étroit goulet primitif, tout en laissant aux parois nouvelles des traces aussi visibles et aussi parfaites du creusement tourbillonnaire que pouvaient en porter les parois de l'étroit goulet lui-même. Si l'élargissement de la gorge se produisait par le simple effet de la démolition mécanique, par l'écroulement des parois, les traces des marmites disparaîtraient ; il est curieux de constater comment un élargissement partiel peut être produit par l'effet direct des tourbillons : lorsque les cloisons extérieures des marmites auront été emportées et qu'il ne restera plus en présence que les deux parois de la gorge aux formes plus ou moins concaves, qui pourrait dire si ces concavités appartiennent à un seul système de marmites ou à plusieurs ? En plus d'un cas où la gorge, tout en étant très large, porte de part et d'autre ces vestiges des tourbillons, comme il arrive par exemple dans la *Finstere Schlucht* ou dans la *Trockene Schlucht* de la gorge de l'Aar, je crois très satisfaisant pour l'esprit de pouvoir admettre un processus multiple analogue à celui qu'on a la rare occasion d'observer à l'Hexenkessel du Dündenbach.

En tout cas ces deux exemples du Trümmelbach et du Dündenbach nous ont bien fourni tous les éclaircissements que nous souhaitions. Ils sont des types de gorges en voie d'élaboration : et voilà pourquoi ils nous renseignent si clairement sur les épisodes successifs du creusement, épisodes qui doivent aboutir à la gorge parfaite, telle que celles de l'Aar, de la Tamina ou du Trient.

Autres gorges du versant Nord des Alpes suisses.

Les trois gorges de l'Aar, de la Tamina et du Trient sont donc les trois types les plus parfaits de gorges que nous offrent les vallées du versant Nord des Alpes suisses. A coup sûr il y a bien d'autres gorges analogues, notamment les gorges du Gorner [1]: dans les gorges creusées par la Viège et qui sont situées un peu amont de Zermatt, les parois schisteuses montrent visiblement du haut en bas les restes des marmites par lesquelles les tourbillons ont témoigné là encore de leur action semblable à celle d'une vrille. Mais, nous croyons pouvoir l'affirmer, aucune autre partie encaissée de vallée n'est plus caractéristique, pour la forme et pour les dimensions, que les gorges de l'Aar, de la Tamina et du Trient.

Après avoir étudié ces trois types, jetons un coup d'œi sur quelques autres cas plus restreints ou plus détériorés, mais dont l'examen critique complètera les données que nous avons recueillies jusqu'ici.

La Reuss dans la première partie de son cours coule comme l'Aar dans une vallée transversale. La vallée actuelle de la Reuss n'a guère dans l'ensemble un profil différent de la vallée de l'ancien glacier. C'est à peine si dans le fond elle a écorné le lit de la vallée glaciaire. Et elle n'a creusé des portions de gorge vraiment profondes que dans les passages où, s'étant éloignée de l'ancien lit du glacier, elle s'est taillé un lit beaucoup plus nouveau : alors immédiatement les rives de la gorge se redressent, deviennent souvent verticales et dans le fond apparaissent même çà et là quelques marmites.

En dehors de là, on remarque relativement très peu de traces de l'érosion tourbillonnaire. Il faut dire que le granite du Saint-Gothard (protogine) se débite aisément en gros morceaux, en parallélipipèdes, et telle est la seule raison qui puisse expliquer et qui explique en effet que par exemple dans la partie supérieure de la vallée, en amont de Gœschenen,

[1]) Atlas Siegfried, Feuille n° 535, à 1:50000.

dans la gorge encaissée du Pont du Diable, il y ait sur les parois si peu de marmites tourbillonnaires : c'est à peine si l'on en aperçoit une bien formée dans un bloc homogène en face de la chute du Pont du Diable [1]).

Ce granite est en effet divisé en blocs divers par de grandes fentes-verticales qu'on appelle *diaclases;* A. Daubrée a très longuement disserté de l'influence des joints horizontaux et des diaclases verticales sur les formes de certaines roches superficielles [2]) ; et l'on pourrait répéter tout ce qu'il a dit sur ce sujet à propos des parois des lits de rivières encaissés.

Lorsque la roche se débite en gros blocs selon des fissures naturelles, les marmites sont rares. Ce n'est pas à dire que les tourbillons n'existent pas et ne travaillent pas ; mais la roche n'est pas assez longtemps fixe pour que la marmite ait le temps de s'élaborer. Le tourbillon entre en jeu et commence son œuvre : tout à coup une ligne de moindre résistance est atteinte, et un grand pan s'écroule, et toute l'économie du courant tourbillonnaire se déplace, et tout est à recommencer. Ainsi le tourbillon d'eau travaillant en des masses peu cohérentes ou insuffisamment cohérentes pour subir longtemps un pareil rabotage, détermine des écroulements ; ces écroulements sont encore l'œuvre du tourbillon en un certain sens ; mais il n'y a pas de forme représentant son œuvre propre ; il n'a pas produit l'effet normal d'un rabot ou d'une lime qui polit, mais l'effet plus général d'un coup de butoir ou d'un coin.

Les parties encaissées de la vallée de la Reuss sont tout à fait caractéristiques au point de vue de l'effet des diaclases ; souvent le lit de la rivière principale ou de ses affluents est bordé de deux parois verticales où se dessinent très nettement les parallélipipèdes déterminés par les fentes verticales : tel est l'aspect de la gorge terminale de la Gœschenen-Reuss qui

---

[1]) Il paraît qu'au pied même de la chute, dans le lit de la Reuss, se trouve une énorme marmite ; mais lorsque je suis passé au Pont du Diable, les eaux étaient toujours trop fortes pour que je pusse l'observer.

[2]) A. Daubrée, *Etudes synthétiques de géologie expérimentale*, I, p. 300-373 ; et Addition, II, p. 705-717.

après avoir arrosé le Gœschenen-Thal vient rejoindre la Reuss principale à Gœschenen même ; tel est encore l'aspect de la gorge grandiose de la Meien-Reuss que traverse plusieurs fois le chemin de fer du Gothard près de Wassen. Et dans les petites gorges de la vallée principale, il en est de même. Je n'ai constaté qu'une exception, une seule bien caractérisée, au défilé connu sous le nom de *Pfaffensprung*, entre Wassen et Gurtnellen [1]) ; sur une longueur de quelques dizaines de mètres les tourbillons ont pu former un sillon profond qui ressemble en petit aux défilés de l'Aar ; les formes des parois sont analogues à celles que nous avons décrites, et les parois surplombent le lit actuel de la Reuss. Mais cela est tout à fait localisé ; quelque dix mètres plus loin, en aval du pont de la route, les parois redeviennent banales et verticales, sans aucune trace de marmites. Au Pfaffensprung la masse rocheuse était plus compacte et plus résistante, et elle a pu être marquée pour longtemps de la première empreinte des tourbillons. D'ailleurs d'autres parties des gorges de la vallée ont pu commencer par être semblables au Pfaffensprung : mais si les diaclases n'ont pas interrompu dès le début la formation des marmites, on comprend qu'elles ont considérablement hâté leur disparition, en facilitant l'écroulement des parois, en accélérant l'élargissement du sillon primitif. Et le rôle des diaclases dans un cas comme dans l'autre explique également ce résultat : le petit nombre de niches et de restes de marmites aux flancs des parois actuelles.

Ce qui s'est passé dans la vallée de la Reuss s'est passé dans le plus grand nombre des gorges, et notamment dans cette gorge célèbre de l'Hinter-Rhein (Rhin postérieur), laquelle est en amont de Thusis et porte le nom bien connu de Via Mala [2]). Sur la plus grande partie de la Via Mala, et en particulier dans cette portion inférieure qui va de Rongellen jusqu'à Thusis, il n'y a pour ainsi dire pas de marmites aux

[1]) Atlas Siegfried, Feuille n° 394, à 1:50000.
[2]) Atlas Siegfried, Feuille n° 410, à 1:50000.

parois ; la gorge est un canyon aux parois verticales, creusé dans les schistes des Grisons. Ceux-ci sont aussi traversés par d'immenses diaclases, et à la Via Mala même on voit en plus d'un point d'une manière très manifeste comment ces grandes fentes verticales préparent de formidables et brusques écroulements. — Au-dessus de Rongellen, la gorge est resserrée de nouveau et là où a été jeté le *deuxième pont,* elle devient tout à fait étroite. C'est le point intéressant à examiner. On aperçoit en amont du pont le Rhin couler à 80 m. de profondeur dans un sillon très étroit qui est exactement du type des défilés de la gorge de l'Aar, mais qui n'a guère plus de 40 m. de longueur ; et en aval du pont on voit le Rhin s'engouffrer de nouveau dans un sillon de même nature.

En amont du deuxième pont, on doit remarquer le gros bloc de schiste, recouvert d'herbes et d'arbres, qui s'est exceptionnellement conservé sur la rive droite. Et en face, sur la rive gauche, à la hauteur de la route et près de la route même, on reconnaît les vestiges de deux ou trois grandes marmites sur un éperon qui avance aussi en face du précédent. C'est à ce double éperon conservé que correspond dans le bas le chenal étroit : la démolition générale des parois a épargné ces deux passages, et nous devons à cette circonstance la conservation d'une sorte de document primitif [1]).

Nous pourrions multiplier les exemples ; nous pourrions citer une gorge toute voisine de la Via Mala, ce Schyn, qui porte un nom identique à celui de la Via Mala, « Pass Mal », et au fond duquel coule un affluent du Rhin postérieur, l'Albula [2]). La gorge du Schyn est si bien démolie que de grands sapins ont déjà poussé en paquets sur les bords mêmes de l'eau, sur les éboulis accumulés au pied des versants écroulés.

---

[1]) Dans son travail *Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein* (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 25. Lieferung, Bern, 1891), le prof. Heim étudie la Via Mala (p. 460 et suiv.), et il montre comment le glacier a envahi la gorge au moins jusqu'au niveau de la route, voir même plus bas par endroits.

[2]) Atlas Siegfried, Feuille n° 410, à 1:50000.

Nous pourrions encore indiquer d'autres cas répondant à des stades plus compliqués. La gorge du Durnant par exemple (le Durnant est le cours d'eau qui sert de chenal d'écoulement au lac de Champey et qui va rejoindre la Dranse de Martigny, affluent du Rhône) est une gorge à étages [1]; c'est une gorge du Trümmelbach plus ouverte, plus avancée et à échelons plus distants : elle se compose d'une série de 15 paliers et de 14 cascades. Elle est creusée dans des schistes qui se désagrègent facilement, et elle est un bon type d'une gorge où les marmites n'ont même pas le temps d'être achevées pour ainsi dire avant d'être détériorées ; il y a en effet peu de marmites bien visibles. Cependant la disposition en escaliers devrait hâter, semble-t-il, la disparition de quelques-uns des nombreux paliers. Mais les eaux roulent de gros blocs de granite qui sont précipités dans les trous commencés à chaque étage, et ces gros blocs au lieu d'aider à la destruction paraissent bien la retarder en remplissant ces trous jusqu'à leur partie supérieure ; ils gorgent pour ainsi dire ces marmites, et les tourbillons ne pouvant plus entraîner cet énorme poids sont réduits sinon à l'inaction du moins à une paralysie partielle.

La gorge de la Lutschine, au pied du glacier inférieur de Grindelwald [2], mérite aussi une visite et un examen : entre le pont à l'amont et la cabane à l'aval, sur un espace de 40 à 45 m., le glacier a moins démoli que dans tout le reste de la gorge ; là les deux parois sont plus rapprochées, elles portent plus de traces de marmites ; par places elles sont du type Aar et Tamina, ou mieux du type Trient, c'est-à-dire avec une démo-

---

[1]) Atlas Siegfried, Feuille n° 526, à 1:50000. — Brève et bonne description du Durnant dans le *Dictionnaire géographique de la Suisse* qui est en cours de publication (sous la direction de Charles Knapp, Maurice Borel et V. Attinger), voir I, p. 648. Par ailleurs, faut-il écrire Dranse avec un s ou un c ? Nous espérions que ce dictionnaire — vraiment excellent — nous renseignerait d'une manière certaine sur ce point : mais tandis que, dans le texte, on écrit *Dranse*, la carte à 1:250000 de la p. 636 porte partout *Drance*, et le titre de l'article admet les deux orthographes : *Dranse* et *Drance*.

[2]) Atlas Siegfried, Feuille n° 396, à 1:50000.

lition partielle, une altération des arêtes qu'explique le passage de la glace. Beaucoup de blocs éboulés relient par endroits ces deux parois. En dehors de ce court espace, les parois sont indistinctes et perpendiculaires, présentant seulement de loin en loin une ou deux niches. Au bas de ces parois, il s'est produit moins de démolitions : de là une plus grande fréquence de marmites.

Il faut surtout que ces exemples divers nous permettent de bien comprendre la signification des gorges caractéristiques que nous avons d'abord étudiées.

En somme la marmite est un fait qui ne dépend pas uniquement de l'eau, de la force qui travaille, mais aussi de la roche sur laquelle le travail doit s'opérer. Il est des roches qui ne peuvent pas supporter jusqu'au bout l'action du tourbillon, et tels sont notamment tous les terrains non compacts, terrains d'apport ou d'éboulis.

Un excellent exemple nous est fourni par la Julia, ce petit cours d'eau qui vient du col du Julier et qui va se jeter dans l'Albula. En aval de Molins, la Julia traverse une gorge pittoresque appelée la Rofna [1]; toute cette gorge est creusée dans des terrains instables, dans des terrains déposés par les glaciers ou constitués par des roches facilement délitables ; le cours d'eau descend entre des pentes d'éboulis, et il n'y a pas trace de marmites ; ce ne sont pas les tourbillons qui manquent, mais les roches assez compactes et résistantes pour adopter et garder les empreintes des tourbillons.

De même un cours d'eau tel que l'Engstligen, d'Adelboden jusqu'à Frutigen c'est-à-dire jusqu'à son confluent avec la Kander, coule presque constamment dans d'énormes masses de glaciaire ; et ces masses s'éboulent si aisément que les talus raides, rongés encore par les eaux, et souvent marqués des longues balafres claires de glissements et éboulements récents, ne sont point partout recouverts d'herbes ou d'arbres et laissent par place apercevoir la boue et les blocs de la moraine ; il n'y a bien entendu sur ces talus rien qui puisse

[1]) Atlas Siegfried, Feuille n° 426, à 1:50000.

porter l'empreinte des tourbillons : mais si par suite d'un phénomène d'épigénie glaciaire il est arrivé comme par exemple un peu en amont de Steg et du pont de fer de la route [1]) que le cours d'eau atteignant la roche sous-jacente, ait dû s'y creuser un lit entièrement nouveau, et que cette roche ait formé une masse assez compacte et cohérente, tout aussitôt les marmites apparaissent ; il nous reste même une courte portion de gorge (environ 30 m.) qui est du même type que la gorge de l'Aar : c'est ce que les habitants du pays appellent le *Pochtenkessel* [2]) : le *Pochtenkessel* de l'Engstligenthal est exactement par rapport à l'ensemble de la vallée ce qu'est le *Pfaffensprung* par rapport à l'ensemble de la haute vallée de la Reuss. Et ce que nous disons de l'Engstligen, nous pourrions le dire de quelques-uns de ses affluents, et tout spécialement du Tschenten, dont les eaux se précipitent du Gsür, un des sommets de la chaîne du Niesen, et vont rejoindre l'Engstligen sur la rive gauche. Dans son travail d'approfondissement postglaciaire le torrent s'est écarté en un point de son lit antérieur ; et on peut encore observer là un phénomène d'épigénie glaciaire que nous signalons comme l'un des plus manifestes et des plus caractéristiques. Ayant à travailler en pleine roche résistante et compacte, les tourbillons ont laissé la marque encore toute fraîche de leur activité récente : c'est la gorge qu'on appelle *Cholerenschlucht*. Cette petite gorge a ceci d'intéressant qu'on peut aisément en voir l'intérieur et en observer aussi la partie supérieure ; on y constate avec beaucoup plus de facilité ce qui est également visible à la

---

[1]) La route de Frutigen à Adelboden traverse deux fois l'Engstligen, une fois sur un pont de fer et une fois sur un pont de bois ; les deux ponts ont été naturellement placés à des points resserrés de la vallée ; il est à remarquer que ces deux ponts correspondent l'un et l'autre à des phénomènes d'épigénie glaciaire. Au reste ce sont là des coïncidences naturelles, très logiques, et qu'on peut souvent constater : les gorges résultant de l'épigénie sont par définition assez jeunes et le plus souvent étroites ; aussi les a-t-on utilisées pour franchir les cours d'eau. — Le vieux pont de St-Maurice jeté sur le Rhône correspond précisément à la gorge épigénétique.

[2]) Atlas Siegfried, Feuille n° 463, à 1:50000.

gorge de la Tamina : le sillon supérieur qui représente le premier travail des tourbillons est très étroit ; à la Cholerenschlucht, une partie de l'un des sillons supérieurs ne laisse pas entre les deux lèvres un intervalle de plus de 30 centimètres ; première ouverture qui indique une action très modeste des tourbillons ; puis en approfondissant le sillon, en augmentant la hauteur de chute des eaux, les tourbillons sont devenus de plus en plus puissants ; leur rayon et leurs ambitions se sont accrus à la fois pour ainsi dire ; et les eaux qui pénètraient par la minuscule fente ont été entraînées en d'énormes mouvements de giration qui ont créé en profondeur une gorge grandiose ; cette gorge est par endroits à la Cholerenschlucht trente fois plus large que le sillon conservé à la partie supérieure [1]).

D'autres roches, sans être aussi délitables que la moraine, sont par nature hétérogènes et se prêtent peu à l'élaboration prolongée des marmites ; de cette catégorie est le fameux poudingue *(Nagelfluh)* de la molasse suisse : on sait que ce poudingue est étonnamment résistant et qu'il constitue des reliefs prononcés tels que le Rigi ; mais il est composé de très nombreux éléments disparates ; aussi dans les gorges creusées dans cette roche voit-on quelques marmites s'amorcer, mais atteindre rarement des formes parfaites et finies, et s'oblitérer souvent en petits chenaux aux parois assez indistinctes jusqu'au moment où les écroulements partiels emportent tous les premiers vestiges des efforts tourbillonnaires ; un des meilleurs types de ces gorges, d'ailleurs moins intéressantes, est la petite gorge de l'Hünibach près de Thoune, gorge dite *Kohleren Schlucht* [2]).

---

[1]) Dans un travail tout récent, Emile Chaix a justement insisté sur cet évasement des parois vers le bas dans certaines portions de gorges ; voir *Erosion torrentielle post-glaciaire dans quelques vallées* Le Globe (Genève), t. LXI, 1902, *Mémoires*, p. 3 et planche I.

[2]) Atlas Siegfried, Feuille n° 353, à 1:25000.

En somme le travail du tourbillon est à la genèse de toute gorge profonde entaillée dans une roche résistante ; mais s'il n'apparaît dans les gorges actuelles que d'une manière assez rare et sous des formes fragmentaires, c'est qu'au travail d'approfondissement succède le travail d'élargissement ; de même les eaux pluviales, les eaux ruisselantes et les agents atmosphériques agissent d'une manière continue sur ces parois et en oblitèrent de plus en plus les caractères primitifs. Il est donc plus vraisemblable qu'il n'apparaîtrait dès l'abord que toutes les gorges creusées en roche dure ont commencé par être constituées par des chapelets de marmites, et il est très naturel qu'en beaucoup de ces gorges — nécessairement élargies — il ne soit resté que çà et là, aux flancs des parois, quelques lambeaux incomplets de ces excavations éventrées, mais des lambeaux dont les formes en creux et le modelé lisse sont encore si reconnaissables. Il est encore très naturel que tant de gorges creusées dans des roches hétérogènes ou peu résistantes ne présentent pas de formes manifestes de l'action des tourbillons. Et cela ne contredit en rien la part première et essentielle que nous croyons devoir attribuer aux tourbillons dans l'élaboration des gorges par les eaux courantes.

III. Résultats généraux des deux séries d'observations précédentes.

La disparition progressive des seuils des cataractes et le creusement des gorges, tels sont bien deux des phénomènes qui révèlent le mieux l'activité puissante des eaux courantes.

En ce qui regarde les gorges, il y a un demi-siècle seulement, on ne pouvait imaginer que les eaux courantes aient pu opérer toutes seules un pareil travail ! et l'on sait qu'on avait imaginé pour les expliquer la théorie des fentes initiales, dite *Spaltentheorie* [1]). Il est utile de rappeler que même les expériences de laboratoire avaient paru confirmer complètement la théorie des fentes.

A coup sûr ce qu'on appelle la géologie expérimentale a rendu et est appelée à rendre de grands services ; mais il y a toujours tant de différence entre les dimensions des phénomènes produits dans les laboratoires et ceux qui sont produits dans la nature que nous pouvons faire des confusions en interprétant la réalité expérimentale. Un homme tel que M. Daubrée a écrit à la suite de quelques expériences faites : « Quelques-unes des expériences précitées reproduisent en outre, dans leurs détails, la configuration des vallées de *fracture* ou d'écartement. Il est des vallées qui ne sont que des fissures à peine entr'ouvertes comme celles de la Tamina, du Trient ou de la Via Mala, en Suisse ; du Fiers en Savoie ; la perte du Rhône près Bellegarde.... » [2]). Il faut avouer que les exemples

---

[1]) On trouve l'indication des principaux documents concernant la *Spaltentheorie* dans : A. Penck, *Die Bildung der Durchbruchthaeler*, Wien, 1888 ; et plus récemment dans : M. Lugeon, *Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales* (*Annales de Géogr.*, 15 juillet 1901, p. 296 et 299).

[2]) A. Daubrée, *Etudes synthétiques de Géologie expérimentale* (Paris, Dunod, 1879), I, p. 370. — Il est juste d'ajouter que tout en professant des erreurs aussi nettes que celles que nous citons, Daubrée lui-même avait indiqué quelle prudence on devait apporter à généra-

étaient choisis bien à faux [1]). Et cela prouve que l'observation précise et minutieuse de ce qui est doit toujours précéder et accompagner l'expérimentation : la meilleure méthode consiste à observer les faits là où dans la nature ils se présentent dans des conditions de simplicité et de netteté telles qu'elles peuvent égaler les conditions qu'on voudrait réaliser dans un laboratoire.

L'idée de la fente initiale ayant donné naissance à la gorge se révèle même dans certains noms courants tels que *Pfaffensprung* (vallée de la Reuss) : *Sprung* est une expression qui s'applique à une faille [2]) et qui implique bien l'idée d'une fracture, d'une cassure.

---

liser les expériences de laboratoire. Voir notamment I, p. 288, 289. — Mais les idées sur les fentes initiales étaient courantes : voici, par exemple, ce que nous lisons encore dans un livre de Viollet-Le-Duc, qui est aujourd'hui assez oublié et dont les idées excusent l'oubli, mais qui mérite toujours d'être consulté à cause des remarquables figures dessinées par l'auteur lui-même : « Les gorges profondes dans lesquelles passent parfois les torrents, telles que celles du Trient, du Triquent, de la Via Mala, de Dioza, de Notre-Dame de la Gorge, de Bérard, de val Tornanche, etc., et dont ils ont évidemment usé et poli les parois, sont des fêlures naturelles qui existaient au moment des soulèvements et dont ces torrents ont profité pour s'écouler, mais qu'ils n'ont pas creusées.... L'eau n'a pas fait à travers des roches dures ce trait de scie, et, si elle l'avait fait, elle n'aurait pas laissé pures les arêtes.... La fêlure primitive donnait toujours une série d'angles rentrants et saillants, et forçait le courant à se porter tantôt sur un bord, tantôt sur l'autre.... » (*Le Massif du Mont-Blanc, étude sur sa constitution géodésique et géologique, sur ses transformations et sur l'état ancien et moderne de ses glaciers, avec cent vingt figures,* Paris, Baudry, 1876, p. 161; 162 et 163).

[1]) Disons ici que dès 1872, H. Gerlach, qui était un observateur de premier ordre, déclarait sans détour que la gorge du Trient était le résultat de l'action des eaux (*Das Südwestliche Wallis,* Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 9. Lieferung, Bern, 1872, p. 11). — Le Prof. Albert Heim explique de même la Via Mala (*Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein.* Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 25. Lieferung, Bern, 1891, p. 460 et suiv.).

[2]) E. de Margerie et A. Heim. *Les dislocations de l'écorce terrestre. Die Dislocationen der Erdrinde, Essai de définition et de nomenclature, Versuch einer Definition und Bezeichnung,* (Zürich J. Wurster, 1888, in 8°, VIII-154 p.). Voir notamment p. 11 et p. 22.

Or si l'on a cherché si longtemps à expliquer l'origine des gorges étroites et encaissées par des fentes primitives, c'est qu'on n'expliquait pas suffisamment la genèse de ces gorges, et c'est qu'on ne faisait pas assez grande l'intervention des tourbillons. A coup sûr, il y a des roches fissurées par excellence, comme certains calcaires, dans lesquelles tous les phénomènes d'érosion sont dirigés pour ainsi dire par des fentes d'un autre ordre, et nous en parlerons tout à l'heure ; mais ce sont là des cas plus complexes, et qui ne doivent pas être choisis comme spécimens typiques de l'action propre des eaux courantes. Au contraire, pour les gorges de la Reuss, par exemple, la démonstration a été décisive : quand on a fait les tunnels de la ligne du Gothard, on a passé trois ou quatre fois sous la vallée, et on n'a pas trouvé la moindre trace d'une fente, d'une cassure [1]). — En voyant combien grande est la part des tourbillons, tout s'explique logiquement et aisément.

Il suffira donc de résumer ici quels sont à la suite de cette étude les faits acquis :

Quand l'eau doit emporter un grand seuil très large sur une surface très étendue, et tout aussi bien quand l'eau doit approfondir son cours d'une manière très considérable pour atteindre son profil d'équilibre, — dans l'un et dans l'autre cas et dans tous les cas intermédiaires, — l'eau emploie un moyen de détruire exceptionnellement puissant, à savoir le mouvement de giration, le mouvement tourbillonnaire. Le procédé est général : il est universel. — Nous avons parlé de tactique ; et c'est en effet d'une vraie tactique qu'il s'agit.

Les traces des formes directes engendrées par ces tourbillons sont assez nombreuses ; mais elles sont bien plus rares que les tourbillons eux-mêmes. Les marmites, on les reconnaît souvent çà et là ; mais rares sont les points où l'on peut observer des chapelets continus de marmites dans un même lit, ou des superpositions suivies de marmites sur une même paroi.

---

[1]) Voir Sir John Lubbock, *The Scenery of Switzerland*, Londres, Macmillan, 1898, p. 160.

Les tourbillons comme moyen d'attaque de l'eau sont en somme bien plus fréquents que les formes typiques qui résultent de leur action.

D'où vient donc cette contradiction entre la généralité que nous attribuons à l'action des tourbillons et la relative rareté des formes caractéristiques de cette action ?

A. Il faut d'abord que la roche sur laquelle s'exerce l'action du tourbillon soit assez compacte, assez homogène et assez résistante pour qu'elle ne cède pas sous la poussée de l'eau avant que le tourbillon ait eu le temps de sculpter la roche selon sa méthode. En beaucoup de points les tourbillons détruisent sans laisser de traces de marmites pour une raison souveraine, c'est que la qualité de la matière sur laquelle ils agissaient ne leur a pas laissé la possibilité d'élaborer des marmites.

Ici devrait se placer tout un examen détaillé des phénomènes révélés par la spéléologie, par la science dont E. A. Martel est le plus actif représentant en France. Il serait inopportun d'introduire ici un aussi long chapitre ; mais nous voulons du moins en noter les idées directrices, pour indiquer exactement quels sont les rapports étroits entre ces études et les nôtres propres.

Quand j'ai visité le gouffre de Padirac, j'ai été très surpris de trouver si peu de traces de marmites. Et de fait les marmites qui se rencontrent en assez grand nombre dans les « couloirs », c'est-à-dire dans les défilés des vallées souterraines, sont en somme rares dans les puits verticaux et dans les grandes salles des cavernes [1]).

La raison en est que les cavernes se rencontrent le plus souvent dans des calcaires très fissurés : les fentes et les trous sont dans ces roches si nombreux qu'ils imposent des directions à l'eau, et que les moindres actions de l'eau sont suivies d'éboulements et d'écroulements très considérables et très

---

[1]) Voir aussi E. A. Martel, *Padirac, Etude d'hydrologie souterraine* in *La Géographie*, I, 1900, p. 365-384.

rapides. Nous n'avons qu'à consulter au hasard un des rapports si intéressants des « campagnes souterraines » de E. A. Martel ; ou bien encore reportons-nous au très beau travail de Félix Mazauric sur *Le Gardon et son canyon inférieur*. Nous y voyons très clairement mis en lumière le rôle des fentes dans la formation des vallées souterraines et par suite des vallées à ciel ouvert qui en résultent [1]).

Cette étude complète et consciencieuse de Mazauric montre comment les dérivations souterraines arrivent à être la cause d'un canyon à ciel ouvert. Et cette démonstration devait être faite. Elle a été bien faite. Mais il faut toujours distinguer l'action de l'eau dans ces masses où les vides abondent ; là les actions saccadées, intermittentes de l'eau sont encore compliquées par les trous naturels, par les fentes qui portent brusquement et plus loin l'action de l'eau : « La rivière a creusé partout à la fois, dit Mazauric, abandonnant et reprenant

---

[1]) Donnons quelques exemples. E. A. Martel écrit : « Il est bien clair que la première cause de la formation de la caverne est la création (comme dans tous les terrains calcaires) d'un réseau de fissures par les dislocations de l'écorce terrestre ; qu'ensuite des eaux sauvages infiltrées, en arrière, dans les fentes ou crevasses superficielles des terrains plus élevés, ont peu à peu agrandi chimiquement et mécaniquement les fissures préexistantes, et créé à la longue un réseau de drainage souterrain, convergeant vers le collecteur unique qui est la sortie de la caverne. » (*La Grotte de la Balme, Isère. Recherches en Suisse et en Savoie. X^me^ Campagne souterraine, 1897*, in *Mémoires de la Société de Spéléologie, N° 19*, avril 1899, p. 224) ; il écrit encore un peu plus loin : « Le gouffre des Verts est un simple *aven* d'érosion pratiqué dans une diaclase, du type classique des puits naturels du calcaire » (p. 237) ; « C'est le mode usuel, bien connu maintenant, de circulation des eaux souterraines du calcaire qui descendent de strates en strates, d'un étage horizontal supérieur à un étage horizontal inférieur, par l'intermédiaire des diaclases verticales, recoupant la stratification et élargies par érosion et corrosion » (p. 244), etc. — Voir aussi comment Mazauric explique la formation de la superbe caverne appelée *Spelunque de Dions* dans son ouvrage, *Le Gardon et son Canyon inférieur* (Mémoires de la Société de spéléologie, N° 12, mars-avril 1898), p. 139 et 140. — Il convient de remarquer encore que Martel fait beaucaup moindre que l'Autrichien Kraus la part des effondrements, voir *La Spéléologie* (collection Scientia), p. 44 et suiv.

successivement ses anciens lits » [1]). Et certes Mazauric, pas plus que Martel, ne négligent d'observer les marmites de géants et de leur attribuer une grande importance [2]). Mais encore une fois ils se trouvent dans des conditions exceptionnelles ; ils sont en face de roches sur lesquelles les actions chimiques sont extraordinairement énergiques et les actions mécaniques accélérées par des prédispositions physiques. L'action de l'eau est là trop rapide et trop variée pour qu'on puisse avec autant d'autorité que dans les cas que nous avons étudiés, observer la part primordiale qui revient aux tourbillons. Si donc les spéléologues n'ont pas accordé une influence première aussi grande que nous aux tourbillons, c'est qu'ils ne devaient pas la leur accorder, étant donné le théâtre spécial de leurs observations; néanmoins, leurs conclusions générales s'accordent très naturellement avec les nôtres.

B. En second lieu les tourbillons ne sont pas toujours aussi actifs qu'ils pourraient l'être pour deux causes opposées :

a) tantôt ils n'ont pas assez d'instruments à leur disposition, ils n'ont pas des éléments susceptibles de travailler sous leur impulsion et l'on pourrait dire à leur guise : il leur manque en particulier les grains de sable, ces outils par excellence. Pourquoi au contraire les formes de marmites que

---

[1]) P. 102.

[2]) Voir MAZAURIC, ouvr. cité, p. 140, 141. De même E. A. Martel et G. Gaupillat disent : « Beaucoup d'avens se composent d'une superposition de puits ovales, en forme de bouteilles aplaties, réunis par des couloirs courts et horizontaux. Ces puits multiples (il y en a cinq à Tabourel) sont de vraies *marmites de géants*. Dès qu'une fissure horizontale fournissait à l'eau un échappement latéral, elle forait un couloir jusqu'à la prochaine fracture verticale ; puis celle-ci devenait à son tour le goulot d'une nouvelle bouteille inférieure et ainsi de suite (Hures, Bessoles, Baumes-chaudes, Combelongue, la Bresse, Tabourel). » (*Sur l'exploration et la formation des Avens des Causses*, in *C. R. Acad. Sc.*, 14 oct. 1889, p. 2). Voir surtout E. A. MARTEL, *Sur les récentes explorations souterraines et les progrès de la Spéléologie*, in *Congrès géologique international, Comptes rendus de la VIII^me^ session, en France* (Paris. 1901), p. 408 ; et *La Spéléologie* (collection Scientia), p. 39 et 40.

nous avons observées dans ce terrain de la Suisse qu'on appelle « molasse » sont-elles si parfaites ? Sans aucun doute, parce que l'usure de la molasse elle-même donne du sable, c'est-à-dire l'instrument par excellence : ainsi le moindre torrent coulant sur la molasse se trouve toujours bien outillé. Il est aussi bien outillé que le Nil à la première cataracte : et cet unique instrument des tourbillons du Nil lui suffit pareillement. Les cascades qui tombent sur des surfaces à pente très raide ne retiennent pas les grains de sable ; elles ont une force énorme, mais elles n'ont pas d'instruments, et elles produisent moins de travail à leur pied qu'un petit torrent qui est abondamment pourvu de sable.

b) Tantôt ils sont obstrués, arrêtés ou même éteints par de gros matériaux qui sont plus ou moins brusquement jetés dans les trous qu'ils commençaient à creuser : l'outil dans ce cas est trop grossier pour l'ouvrier d'art qu'est le tourbillon ; et l'outil est aussi trop lourd : le tourbillon reste impuissant ou à peu près.

Et l'on peut ici se demander si l'action des eaux qui coulent sous les glaciers n'est pas souvent réduite et interrompue par les énormes masses que les glaciers charrient. Cela nous expliquerait du même coup pour quelles raisons sur le parcours des anciens lits glaciaires nous retrouvons tant de grandes marmites bien conservées ; elles ont été conservées parce qu'elles ont été comblées par les amas de la moraine de fond. — Par là nous touchons à l'une des questions les plus importantes qui peuvent être rattachées à notre étude. Nous réservons ce sujet pour un autre mémoire. Qu'il nous suffise de rappeler une dernière fois que même les marmites dites glaciaires, les « Gletschermühlen », ne sont pas l'œuvre de la glace, mais des eaux torrentielles qui coulent sous la glace [1]).

On discute beaucoup sur les effets véritables de l'érosion fluviale et de l'érosion glaciaire. Peut-être la question serait-elle éclaircie si l'on savait exactement *comment* le glacier

[1]) Voir par exemple A. de Lapparent, *Traité de Géologie*, 4e édit., *Phénomènes actuels*, p. 290.

creuse [1]). C'est par des études de cet ordre qu'on pourra parvenir à résoudre définitivement le problème. Quant aux formes de marmites, sous les glaciers aussi bien que dans les lits fluviaux, elles sont toujours dues aux eaux courantes. Ne serait-il pas important de convenir que si les glaciers ont une action puissante de creusement, ils le doivent surtout aux eaux courantes que produit sans cesse sur leur fond la fonte de la glace?

C. En troisième lieu le tourbillon étant un ouvrier très actif tend toujours à détruire son œuvre précisément parce qu'il la continue : l'eau use sans cesse du mouvement de giration, elle élabore une marmite, puis une autre, puis elle les entrouvre, puis elle les relie, puis elle en crée d'autres, puis les tourbillons se déplacent et se remplacent, puis de nouvelles formes sont élaborées qui compromettent ou détruisent l'intégrité parfaite des premières; bref, le lit d'un cours d'eau qui travaille est un atelier de forage incessant: ce n'est pas un musée où les choses se conservent sans changement. Ainsi les formes des marmites s'oblitèrent nécessairement parce que d'autres tourbillons entreprennent toujours d'autres marmites. Bien plus, nous l'avons dit, lorsque les eaux courantes poursuivent leur travail de creusement et d'élargissement, les parois, qui portaient primitivement les vestiges des marmites, s'écroulent et disparaissent. Toute trace de marmite doit être finalement emportée par les eaux courantes, si celles-ci continuent à creuser. Et nous arrivons à cette conclusion étrange :

---

[1]) Il conviendrait de développer par des observations complémentaires et nouvelles le paragraphe très remarquable mais un peu trop bref du *Handbuch der Gletscherkunde* d'A. Heim, Abschnitt VII, E, 3, b), § 3, *Bacherosion der Gletschern*. Il conviendrait surtout d'imiter et de poursuivre des explorations, bien dangereuses mais très fécondes, telles que celle de H. Vallot *sous* la Mer de glace, voir ci-dessus la note 3 des p. 165 et 166. — A noter ici le curieux et suggestif article où Rob. Sieger a établi un parallélisme entre les phénomènes qui se produisent dans les glaciers et ceux qui appartiennent aux roches fissurées : *Die Karstformen der Gletscher (Geographische Zeitschrift,* I, 1895, p. 182-204). — Il faudrait suivre, si c'était possible, les eaux des glaciers jusque dans leurs actions sur le fond du lit glaciaire.

le meilleur témoignage en faveur de l'efficacité irrésistible de l'œuvre effectuée par les tourbillons est précisément la rareté ou même l'absence complète de marmites sur les flancs de la plupart des vallées.

Ainsi les marmites sont vouées à la disparition ; elles ne peuvent se rencontrer que dans des cas exceptionnels, et même dans ces cas exceptionnels elles ne se conservent que peu de temps. — Du moins des cas exceptionnels, comme ceux que nous avons exposés, doivent être pour nous des cas révélateurs ; ils révèlent tout ce que font les tourbillons : ils nous autorisent, ils nous obligent même à attribuer à l'eau en giration le rôle extraordinaire qui lui revient dans la genèse non seulement des *gorges*, mais d'une manière plus générale dans la genèse des *vallées*.

En somme, c'est le procédé le plus actif. C'est de cette manière que l'eau fait le gros ouvrage, emporte les principaux obstacles, attaque les roches les plus dures. Rien n'est comparable à cette action. Et l'on comprend maintenant quelle signification on est en droit de donner à des faits tels que l'Ilot des Marmites ou que les gorges de l'Aar, de la Tamina et du Trient. Ce sont des documents peu nombreux, mais qui ne peuvent être que peu nombreux. Ils sont comme des types exceptionnellement subsistants d'une espèce en général disparue. Et comme nous le disions dans une *Note* à propos de ces gorges : « Elles n'ont pas la simple valeur de faits locaux, dus à des causes particulières : activité locale des tourbillons, dureté spéciale de la roche. Elles représentent un stade général et précis de la formation des vallées encaissées. Au lieu d'être regardées comme des faits exceptionnels, elles doivent être regardées comme des faits *normaux, exceptionnellement conservés* » [1]).

Quel que soit le nombre relativement faible et quelle que soit l'exiguité relative de ces faits, il nous est donc permis

[1]) *Sur un principe de classification rationnelle des gorges creusées par les cours d'eau*, in *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, **CXXXIV**, 20 mai 1902, p. 1161.

d'en tirer quelques conséquences plus générales. Car les observations que nous avons faites à Assouan et dans les vallées suisses ont encore une certaine portée en ce qui concerne les conceptions d'ensemble sur la formation des vallées.

On a dit que les couches dans lesquelles se sont établies ces vallées profondes qu'on appelle des canyons ont été progressivement et régulièrement creusées par les eaux courantes, comme est traversée par la scie une masse de pierre ou de bois qu'on présente successivement aux dents de cette scie. C'est là une comparaison suggestive et élégante qui fait mieux comprendre le résultat final que les péripéties du travail successif ; si l'on disait : « tout se passe comme si...., etc » la comparaison serait plus juste. Au reste dans le cas de soulèvements très lents et progressifs la comparaison peut être regardée comme plus exacte ; mais ce n'est pas le cas ordinaire. Les forces naturelles qui agissent en un sens avec une si grande régularité, ne produisent pas des effets aussi uniformes ni aussi uniformément progressifs [1]).

De même les expériences qui font très bien comprendre que l'érosion est régressive, et que tout le profil d'équilibre s'établit en rapport avec le niveau de base, et que l'approfondissement se produit avant l'élargissement de la vallée [2]), ont

---

[1]) E. A. Martel, de son côté, et pour ses études propres, arrive à une conclusion tout à fait analogue à la mienne : « Quelque restriction en effet qu'il faille apporter à la généralisation à outrance de la théorie des effondrements intérieurs, il faut cependant encore reconnaître que diverses localités montrent l'énorme influence qu'ils ont exercée parfois sur la surface du sol. Il y a des cas où la propagation des effondrements successifs au-dessus du cours d'une rivière souterraine a pu arriver jusqu'au creusement d'une véritable vallée ; pour les étroits canyons sinueusement creusés dans la masse des régions calcaires, il est probable que la première phase de la formation n'a pas consisté dans le simple sciage vertical par des rivières creusant leur lit de plus en plus, mais bien dans le développement, puis l'écroulement des cavernes.... écroulements qui ont tracé le sillon originaire, l'amorce des canyons actuels. » E. A. Martel, *La Spéléologie ou Science des cavernes*, dans la collection *Scientia*, Paris, Carré et Naud, 1900, p. 51.

[2]) Voir de la Noé et de Margerie, *Les formes du terrain, Texte*, p. 22 et suiv.

cependant l'inconvénient de donner une idée trop simple du processus suivi ; ce profil d'équilibre est une limite vers laquelle tend le cours d'eau, et l'expérience et la réalité ne sont guère comparables que lorsque le cours d'eau, tout à fait *adulte,* approche du moment où son profil d'équilibre est régulièrement établi : mais avant d'atteindre cette limite, que d'actions diverses ! que de zigs-zags dans le détail aboutissent à cette courbe assez régulière dans son ensemble, au « profil d'équilibre » ! En réalité le lit d'un cours d'eau qui creuse sa vallée se décompose en une série de fractions ; chaque obstacle d'arrêt qui détermine en amont une zone de dépôt constitue un petit niveau de base, qui durera parfois longtemps, et tout le cours d'amont pourtant n'aura une action érosive et régressive qu'en rapport avec ce niveau de base temporaire. En second lieu comment disparaîtra cet obstacle, comment sera-t-il enlevé ? Non pas par un travail régulier, mais par un travail pour ainsi dire saccadé et qui n'a aucun rapport avec cette espèce de sciage progressif qu'imagine la comparaison plus haut signalée.

Le travail de creusement d'une vallée se produit en effet par saccades ; il y a des points où l'eau travaille, et d'autres où elle dort. C'est donc une série discontinue de laboratoires qui constitue le théâtre de l'activité réelle de l'eau, celui où elle travaille à ramener tous les points de son lit à cette courbe théorique qu'on appelle le profil d'équilibre. Le travail ne s'opère pas tout le long de la vallée : mais le long de la vallée se trouvent disséminés de véritables chantiers où l'eau s'attaque à la roche.

On connaît les canyons classiques des gorges du Tarn ; lorsqu'on les descend sur les barques qui font le trajet de Ste-Enimie au Rozier, on est frappé de la succession des *rapides* appelés dans la langue du pays les *ratch* ou *rayols,* et des espèces de grands lacs calmes appelés *planiols* (plaines d'eau) et où l'eau semble stagnante. Au Tarn l'opposition est plus forte, plus saisissante que dans bien d'autres cours d'eau. Mais telle est bien l'allure de toutes les rivières qui ne sont pas de très vieilles rivières et particulièrement de toutes les

rivières alpines : à des rapides plus ou moins violents succèdent des parties où le cours est encore rapide, mais qui sont, par rapport aux fractions du cours correspondant aux gorges, de véritables *planiols*.

Et si au lieu de considérer uniquement le *lit* d'un cours d'eau nous considérons la *vallée*, c'est-à-dire ce sillon qui résulte de l'action passée et prolongée du cours d'eau, et qui porte plus ou moins visibles les traces de son histoire, nous lirons dans les vallées alpines d'une manière éclatante que le fleuve a procédé de la sorte, tantôt s'étalant en grandes nappes, tantôt s'encaissant et se précipitant en un lit étroit et rapide ; ici ce sont ces grands bassins ouverts des vallées alpines qui sont situés en amont des gorges et qui correspondent à ces terrasses, à ces amas de dépôts que les eaux accumulaient dans le repos, en attendant que la brèche qui s'ouvrait en aval fût assez profonde pour qu'elles pussent s'écouler.

C'est donc une idée purement théorique que celle qui nous fait représenter d'une manière continue la courbe d'un cours d'eau ; ce n'est pas une courbe continue, c'est une ligne brisée qui doit représenter le profil des cours d'eau jeunes comme les cours d'eau alpins. De la représentation théorique et conventionnelle pourraient naître quelques conceptions erronées.

Il faut aussi considérer ce qu'est la vallée en plan avec ses élargissements et ses rétrécissements successifs. On pourrait presque dire qu'ainsi vue en plan dans sa réalité une vallée nous présente une série de nœuds et de ventres ; c'est là encore une comparaison théorique et dont il ne faut pas être dupe ; mais il convient d'insister sur ce caractère discontinu des vallées.

Au point de vue de l'activité humaine, les gorges resserrées comme le Schyn (Albula), la Via Mala (Rhin), la Tine (Sarine), ont été longtemps des barrières plus infranchissables pour les hommes que des crêtes élevées et des cols difficiles. Ainsi se sont trouvés isolés du bas de la vallée les habitants des hautes vallées [1]). Dans la vallée de la Viège, une route était

[1]) Voir les exemples cités dans Paul Girardin, *Des conditions de*

construite au-delà de St-Nicolas, et une autre, bien entendu, dans la partie basse, et ces deux tronçons de route n'étaient raccordés que par un sentier muletier. Aujourd'hui où les chemins de fer remontent les grandes vallées en se souciant peu des gorges, nous ne comprenons pas assez ce qu'ont été la gorge vraie ou le vrai canyon dans les pays de hautes montagnes. Les gens de deux hautes vallées accolées à un même massif communiquaient plus facilement par les hauts passages qu'elles ne communiquaient avec les pays d'en bas.

L'on ne saurait trop recommander pour mettre en lumière la physionomie discontinue des vallées le procédé très simple et très expressif qu'emploie Hans Ravenstein dans ses cartes des Alpes suisses et autrichiennes à 1:250000 [1]) : il figure en vert les parties plates à quelque niveau qu'elles se trouvent, et si l'on suit sur cette carte des vallées alpines comme celles de la Kander, de la Simme ou de la Sarine, on voit de petites taches vertes discontinues s'échelonner jusque près des sources : ce sont les plaines d'épanouissement séparées par les rétrécissements, et ce sont les principaux points d'établissement et de concentration des hommes.

Nous sommes finalement conduits à une conclusion tout à fait conforme à celle que nous avions tirée de nos premières observations sur les marmites du barrage de la Maigrauge et que nous avons rappelées dans les premières pages du présent mémoire : L'eau exécute un travail considérable sur un point déterminé durant un temps très court [2]) ; puis elle se

---

la vie dans les hautes vallées alpestres à l'altitude de 800 mètres dans le Bulletin de l'Association des anciennes élèves de Fontenay-aux-Roses, 1901.

[1]) *Karte der Schweizer Alpen in 2 Blatt*, et *Karte der Ost-Alpen in 9 Blatt*, Verlag von Ludwig Ravenstein, Francfort-sur-le-Main.

[2]) A l'appui des mêmes considérations, on pourrait encore signaler les faits consignés dans le mémoire de B. Doss, *Ueber einen bemerkenswerthen Fall von Erosion durch Stauhochwasser bei Schmarden in Kurland* (Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 54. Bd., 1902, p. 1-23). On en trouvera le résumé dans le Mouvement géographique de *La Géographie* (Paris), n° du 15 décembre 1902.

repose pour ainsi dire et va reprendre e
travail violent, vainqueur, irrésistible. I
comme force naturelle ne sont donc régul
à elles-mêmes, ni sur un grand espace,
intervalle de temps. — L'étude des tourbil
seulement l'une des plus intéressantes péri
des eaux courantes ; mais l'examen détaillé d
élémentaire nous renseigne encore sur la marc
l'œuvre destructrice qui est opérée par les eaux

FIGURES 1-4 [illegible] OUAN

ARACTE D'ASSOUAN.

Fig. 1

Dimensions générales de l

2. L'Ilot des Marmites, vu du Sud et de plus près.

au des eaux au moment où la photographie a été prise, 8 mètres.

Fig. 3. Une portion [illegible] des Marmites.

Hauteur approxi

autre portion de la partie orient

eur approximative de la partie

3m,50.

JEAN BRUNHES, LE TR

RIE : GÉOLOGIE ET GÉOGRAPHIE,

Fig. 9. Ancienne gorge de l'Aar, appelée « Finstere Schlucht ».
Hauteur approximative de la partie photographiée, 18 mètres.

FIGURES 11 ET 12. GORGES DE L'AAR.

Clichés stéréoscopiques de l'auteur.

Fig. 13. Petig. 14. Gorge du Trümmelbach : partie de la gorge, vue du pont n° 3, vers l'aval.

Deur approximative de la corniche à marmites, 6 mètres.

TABLE DES MATIÈRES

DU VOLUME II

Pages.

Fasc. 1. — La flore de Novale, étude de paléontologie végétale, par S. Squinabol 1
(avec cinq grandes planches hors texte.)

Fasc 2. — Tableau des terrains de la région fribourgeoise, par R. de Girard 99

Fasc. 3. — Introduction à l'étude géographique du Beaujolais (Tectonique et géologie), par Paul Privat-Deschanel 109
(avec cinq planches hors texte.)

Fasc. 4. — Le travail des eaux courantes : la tactique des tourbillons. I. Ilots granitiques de la première cataracte du Nil. II. Gorges du Versant Nord des Alpes suisses, par Jean Brunhes 153
(avec cinq grandes planches hors texte.)

SIONNER E
XOTIQUES,
CEMENT D
ACTUEL.
TION DES
GLACIAIR
NUMMULI

atification souvent torrentielle, imbriquée (lits d'eaux
Mollusques d'eau douce, Hélices et *Elephas primi-*
; Sable à verrerie de **Pérolles**, du **Poyet** et de la
s Alpes au lac de Neuchâtel. — COMBLEMENT PARTIEL DES

ctéristiques, à la surface de la gravière du Grand-Pont,

Pli
(sup
DERNI

inconnus jusqu'ici,
dans la région

EMENT ET DÉNIVELLATION DE LEURS DIVERSES TRAVÉES — PLI
ENT DES VOUTES INTERMÉDIAIRES ; CELUI QUI FORME
COU
C FORMATION DE CHEVAUCHEMENTS ANTICLINAUX OU
ISO
RÊCHE) SONT PINCÉS DANS LES SYNCLINAUX DE L'INFÉRIEUR E
(PR
« OMBILICS » OU IMMÉDIATE DES LACS ?) DE **Genève**
(PR
LA **Broye.**

Stanford University Libraries
3 6105 008 200 334

554.94
S678
v.1-2
1900-02

DATE DUE			

13 sheets
6/28/95